

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А. И. Демченко

« ____ » _____ 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

150205 – «Оборудование и технология повышения износостойкости деталей
машин и аппаратов»

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РАБОЧЕГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ
БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА КРИВОЛИНЕЙНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Пояснительная записка

Руководитель	_____	_____	<u>А.А.Шайхадинов</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Р.О. Рубцов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	_____	_____
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно- экономический раздел	_____	_____	<u>Е.Е. Качуровская</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	_____	_____	<u>О.В. Чурбакова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	_____	<u>С.Л. Бусыгин</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
 «СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А. И. Демченко

« ____ » _____ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ
 НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
 в форме дипломного проекта**

						ДП – 150205.65 - 060081 ПЗ			
Разраб.	Рубцов Р.О.					Разработка технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов	Лит	Лист	Листов
Пров.	Шайхадinov АА.							2	80
							Машиностроение		
Н. контр.	Бусыгин С.Л.								
Утв.	Демченко А.И.								

Студенту Рубцову Роману Олеговичу.

Группа: ЗМТ 10–06. Направление (специальность): 150205 «Оборудование и технология повышения износостойкости деталей машин и аппаратов».

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов».

Утверждена приказом по университету № 4106/с от 25.03.2016.

Руководитель ВКР: А.А. Шайхадинов, СФУ, доцент.

Исходные данные для ВКР: 1 Опытные образцы рабочих механизмов для бестраншейного ремонта трубопроводов; 2 Авторские свидетельства и патенты на устройства и способы для бестраншейного ремонта трубопроводов.

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР): 1 Конструкторская часть (разработка рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов); 2 Технологическая часть (разработка технологии бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов); 3 Расчетная часть (прочностные, кинематические и прочие расчеты); 4 Организационно-экономическая часть; 5 Безопасность и экологичность проекта.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов: 1 Краткая характеристика дипломного проекта (1 лист формата А1); 2 Результаты патентного поиска (1 лист формата А1); 3 Производственный опыт бестраншейного ремонта трубопроводов (1 лист формата А1); 4 Сборочные и детализовочные чертежи предлагаемого рабочего механизма (3 листа формата А1); 5 Общий вид комплекта оборудования для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов (1 лист формата А1); 6 Базовая технология бестраншейного ремонта трубопроводов (1 лист формата А1); 7 Экономический эффект от предлагаемого технического решения (1 лист формата А1).

Консультанты по разделам:

Наименование раздела ВКР	Кафедра; инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
1 Экономический раздел	ЭиУБП; Е.Е. Качуровская
2 Безопасность и экологичность проекта	БиЭП; О.В. Чурбакова

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

выполнения ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 01.04.2016	КЧП – 25 %	лист №2
	по 15.04.2016		лист №3
			лист №4
2	с 16.04.2016	КЧП – 25 %	лист №5
	по 30.04.2016	ТЧП – 75 %	
3	с 01.05.2016	КЧП – 50 %	лист №6
	по 15.05.2016	ТЧП – 25 %	
		РЧП – 25 %	
4	с 16.05.2016	РЧП – 25 %	лист №7
	по 31.05.2016	ОЭЧП – 50 %	
		БиЭП – 25 %	
5	с 01.06.2016	РЧП – 50 %	лист №8
	по 20.06.2016	ОЭЧП – 50 %	лист №9
		БиЭП – 75 %	лист №1
Всего	на 20.06.2014	100 % по разделам	100 %
КЧП – конструкторская часть проекта			
ТЧП – технологическая часть проекта			
РЧП – расчетная часть проекта			
БиЭП – безопасность и экологичность проекта			
ОЭЧП – организационно-экономическая часть проекта			

« ____ » июня 2016 г.

Руководитель ВКР

_____ А.А. Шайхадинов
(подпись)

Задание принял к исполнению

_____ Р.О. Рубцов
(подпись)

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов» содержит 80 страниц текстового документа, 21 рисунок, 14 таблиц, 38 источников, 2 прил. 9 листов графического материала.

БЕСТРАНШЕЙНЫЙ, РЕМОНТ, ТРУБОПРОВОД, РАЗРУШЕНИЕ, КРИВОЛИНЕЙНОСТЬ. РАБОЧИЙ МЕХАНИЗМ.

Объектом исследования является технология и рабочий механизм для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов.

Цель работы – разработка технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов.

В процессе работы рассмотрен производственный опыт в области бестраншейного ремонта трубопровода, были изучены авторские свидетельства и патенты РФ на изобретения и полезные модели для бестраншейного ремонта трубопроводов. Предложена технология и конструкция рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, имеющего поддержку троса в месте изгиба трубопровода, и ограничивающий его трение о внутренние. Разработаны сборочные и детализовочные чертежи предлагаемого рабочего механизма. Даны предложения по охране труда и защите окружающей среды. Произведен сравнительный анализ использования базовой технологии и предлагаемой технологии. Произведен расчёт годового экономического эффекта.

Ожидаемое внедрение: ООО «Коммунальные технологии и строительство», г. Красноярск – служба генерального подрядчика ООО «Краском» (бывший Красноярский МУПП «Водоканал») и учебный процесс Сибирского федерального университета.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		5

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Результаты изучения производственного опыта и литературно-патентного обзора существующих рабочих механизмов для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте	9
1.1 Результаты изучения литературного обзора	9
1.2 Результаты изучения производственного опыта	13
1.3 Результаты изучения патентного поиска	15
1.4 Выводы по главе, цель и задачи дипломного проектирования	26
2 Описание предлагаемого технического решения	28
2.1 Конструкция предлагаемого поддерживающего механизма	28
2.2 Принцип действия предлагаемого поддерживающего механизма	29
2.3 Технология бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих повороты.	30
3 Определение параметров и расчет рабочего механизма	32
3.1 Подбор режимов сварки.	32
3.2 Определение конструктивной производительности рабочего механизма	35
3.3 Расчет соединения винтов на срез витков резьбы	36
3.4 Расчет продольных напряжений в новом трубопроводе	37
3.5 Расчет номинально толщины стенки нового трубопровода.....	38
3.6 Расчет длины нового трубопровода и необходимого усилия	40
4 Расчет экономической эффективности	42
4.1 Стоимость работ по бестраншейной технологии с недоработанным рабочим органом	43
4.2 Стоимость работ по бестраншейной технологии с усовершенствованным рабочим органом	45
4.3 Сравнительный анализ рассмотренных технологий.....	47
4.4 Определение эффективности предлагаемой бестраншейной технологии с усовершенствованным рабочим органом	48
Вывод по главе 4.....	50
5 Безопасность и экологичность проекта	51
Введение.....	51
5.1 Общая характеристика участка с точки зрения безопасности и безвредных условий труда	51
5.2 Объемно-планировочные решения участка	52

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

5.3 Производственная санитария	52
5.3.1 Микроклимат производственных помещений	52
5.3.2 Освещение	54
5.3.3 Хозяйственно-питьевое снабжение	57
5.3.4 Выделение вредных веществ	58
5.3.5 Шум, инфразвук, ультразвук	58
5.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса	59
5.4.1 Опасность поражения электрическим током	59
5.4.2 Опасность термического ожога	64
5.4.3 Обеспечение безопасности при работе с сосудами, работающими под давлением	64
5.4.4. Воздействие электромагнитных излучений	66
5.5 Предотвращение чрезвычайных ситуаций	68
5.5.1 Предупреждение аварий и взрывов технологического оборудования .	68
5.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности производства	69
5.6 Экологичность проекта	71
5.6.1 Источники загрязнения воздуха, воды, почвы и технологические отходы в проектируемой технологии	71
5.6.2 Инженерные решения по очистке воздуха, очистке и повторному использованию воды, утилизации отходов	72
Вывод по главе 5	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	75
ПРИЛОЖЕНИЕ	79

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России более 80 % трубопроводов системы водоснабжения и водоотведения, основная часть из которых стальные, сильно изношены и нуждаются в ремонте. Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов связаны с большим объемом земляных работ, что приводит к разрушению наземных объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных дорог. Такой вид работ неэкономичен и низкопроизводителен, и не в состоянии выполнить требуемые ремонтные работы в сжатые сроки. Внедрение способов бестраншейного ремонта трубопроводов взамен траншейных практически полностью исключают указанные недостатки и ускорят проведение работ по ремонту и замене трубопровода.

На сегодняшний день технологии бестраншейного ремонта трубопроводов находят все более широкое применение в нашей стране и за рубежом. Из существующих способов ремонта трубопроводов наиболее перспективен способ бестраншейного ремонта, заключающийся в предварительном разрушении старого трубопровода рабочим механизмом с гидродомкратом, расширении образуемой скважины коническим расширителем и одновременном протаскивании плети нового пластмассового трубопровода.

Однако этот способ помимо преимуществ обладает и недостатками. Основной из них – сложность в прохождении изгибов трассы при разрушении старого трубопровода.

В связи с этим, тема дипломного проекта, посвященная разработке технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, является актуальной. Целью данной работы является повышение эффективности бестраншейного ремонта трубопроводов на основе разработки технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, обладающего меньшими усилиями, затрачиваемыми на его движение и исключаящими трение троса о стенки трубопровода во время протяжки рабочего механизма.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

1 Результаты изучения производственного опыта и литературно-патентного обзора существующих рабочих механизмов для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте

1.1 Результаты изучения литературного обзора

На данный момент в мировой практике широко применяются различные технологии для ремонта трубопроводов.

В своей работе В. И. Емелин и А. А. Шайхадинов «Бестраншейный ремонт трубопроводов статическим способом с увеличением их диаметра» [1] предлагают следующую классификацию способов ремонтов трубопроводов (рис. 1.1).

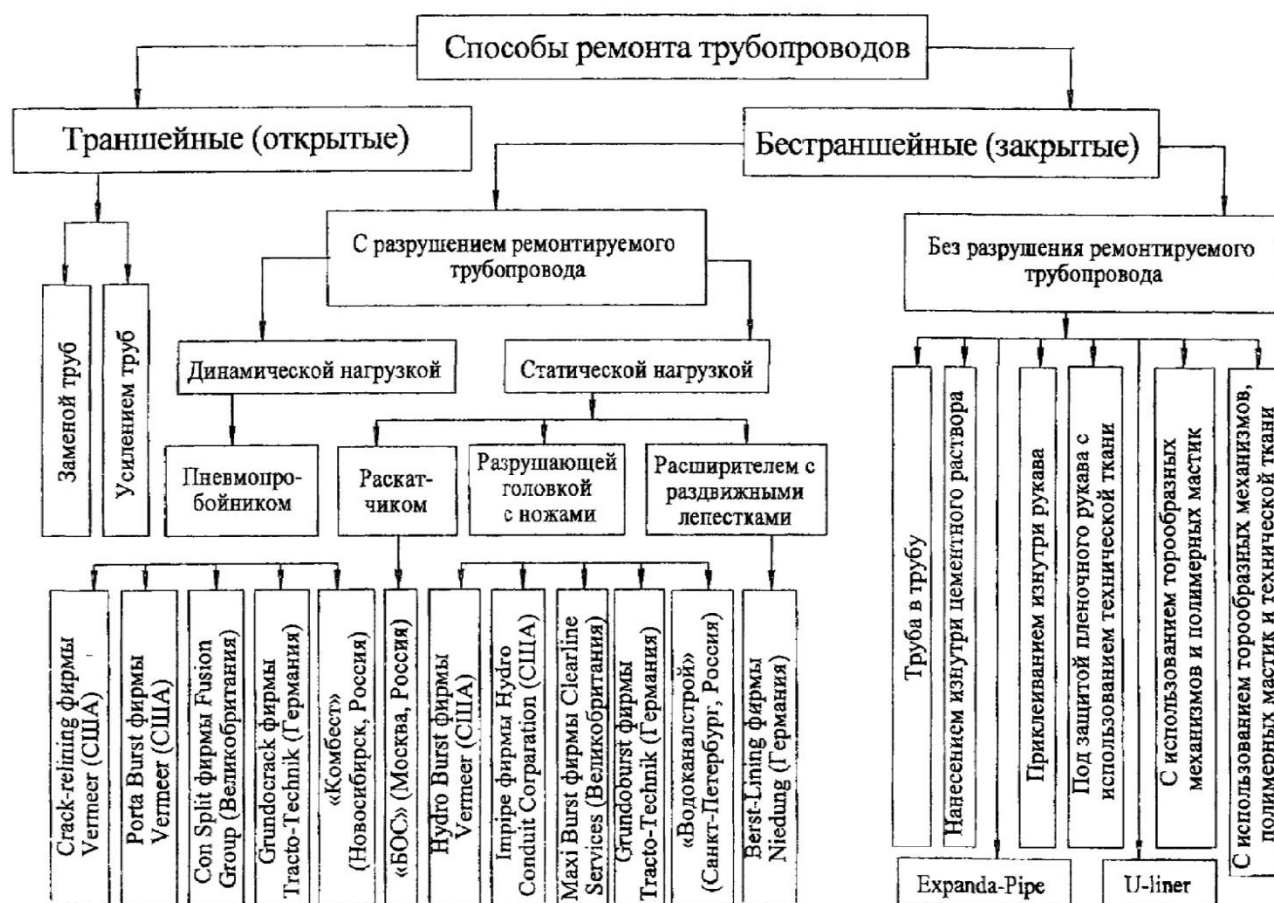


Рисунок 1.1 Классификация способов ремонта трубопроводов

На схеме видно большое разнообразие способов и методов ремонта трубопроводов у каждого из них есть свои достоинства и недостатки. Однако

наиболее перспективны способы бестраншейной замены трубопроводов с возможностью увеличения их диаметра. Это вызвано тем, что потребность населения в продуктах, транспортируемых по трубам постоянно растет, за счет застройки территории новыми жилыми и нежилыми зданиями и сооружениями, а реализовать данные потребности возможно путем прокладки нового трубопровода и увеличения пропускной способности уже имеющихся трубопроводов.



Рисунок. 1.2 Классификация способов бестраншейного ремонта трубопроводов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

Из способов бестраншейного ремонта трубопроводов (рис. 1.2) наиболее перспективными являются способы, заключающиеся в разрушении старой трубы, втрамбовывании ее частей в грунт и затягивании нового пластмассового трубопровода эквивалентного или большего диаметра в образуемую скважину.

В описанных технологиях разрушение старых труб осуществляется при помощи специальных устройств – рабочих механизмов. Их конструкция и принцип действия различны (рис. 1.3).

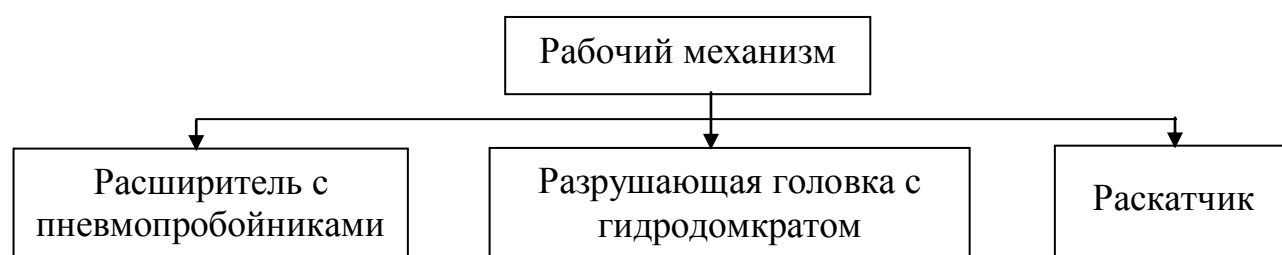


Рисунок 1.3 – Виды рабочих механизмов для разрушения старых трубопроводов при их бестраншейном ремонте

1. Рабочий механизм раскатчика состоит из двух частей – передней для разрушения трубопровода и задней для образования скважины (рис. 1.4). Раскатчики представляют собой ряд установленных на подшипниках качения друг за другом на эксцентриковом валу конических катков. Оси катков смещены и развернуты относительно вала таким образом, что при вращении и осевой подаче вала ввертываются в трубу и грунт по винтовой линии.



Рисунок 1.4 – Раскатчик фирмы «БОС» (Россия) для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте

2. При применении пневмопробойников рабочий механизм состоит из собственно пневмопробойника и специальной насадки-расширителя, с заостренными (для стальных трубопроводов) или тупыми (для чугунных, асбестоцементных, керамических и т. п. труб) ножами (рис. 1.5). Пневмопробойники имеют обтекаемый цилиндрический корпус, в котором размещены ударник и воздухораспределительный механизм. Ударник под действием сжатого воздуха наносит удары по корпусу расширителя, передвигая его и разрезая или разламывая старый трубопровод.



Рисунок 1.5 – Разрушающий наконечник фирмы «Комбест» (Россия):

а – с тупыми ножами; *б* – с заостренными ножами

3. Другой вид рабочих механизмов, разрушает старую трубу с помощью гидродомкратов. Они также состоят из насадки-расширителя, оснащенной пластинчатыми или дисковыми ножами (рис. 1.6), но в их конструкции отсутствует пневмопробойник.



Рисунок 1.6 – Разрушающая головка «Grundoburst» фирмы «Tracto-Technik»

(Германия): *а* – с пластинчатыми ножами; *б* – с дисковыми ножами

Перемещение разрушающей головки осуществляется безударно. Благодаря мощному силовому воздействию гидродомкратов рабочий механизм движется по заменяемому трубопроводу, разрушает его, впрессовывает обломки в окружающий массив грунта и затягивает в образовавшуюся скважину новый, чаще всего пластмассовый, трубопровод.

1.2 Результаты изучения производственного опыта

Первое упоминание о бестраншейных технологиях ремонта труб приходится на 50-е годы прошлого века. Сегодня метод используется во многих странах, а машины, работающие по бестраншейной технологии, стали чуть ли не стандартной техникой в парке коммунальных служб. Ежегодно в мире ремонтируются данными способами десятки и сотни тысяч км. труб.

В России в этом вопросе отмечается значительное отставание от передовых стран. В нашей стране бестраншейные технологии ремонта трубопроводов впервые были опробованы около 15–20 лет назад. Основоположниками перспективных технологий стали города: Москва, Санкт-Петербург и Новосибирск. Однако внедрение бестраншейных способов в других городах РФ, в частности в Красноярске, идет крайне медленно.

В настоящее время в Красноярске реализуется 2 способа бестраншейного ремонта трубопроводов с их разрушением:

- 1) с помощью гидродомкратов;
- 2) с помощью пневмопробойников.

Первый способ использует ООО «Коммунальные технологии и строительство» (служба генерального подрядчика ООО «Краском» – бывший Красноярский МУПП «Водоканал»). В эксплуатации этой организации находится зарубежное оборудование фирмы «Tracto-Technik» (Германия) двух модификаций «Grundoburst 800 G» и «Grundoburst 1250 G» (рис. 1.7), которые отличаются друг от друга максимальным создаваемым усилием силовой установки комплекта оборудования и диаметром протаскиваемого нового трубопровода.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		13

Второй способ применяется в Красноярске реже и в основном для ремонта трубопроводов систем канализации. Исполнителями являются фирмы «Градстройресурс» и «Красноярская буровая компания», использующая отечественное оборудование (рис. 1.8), разработанное в Институте горного дела Сибирского отделения Российской академии наук (Новосибирск).

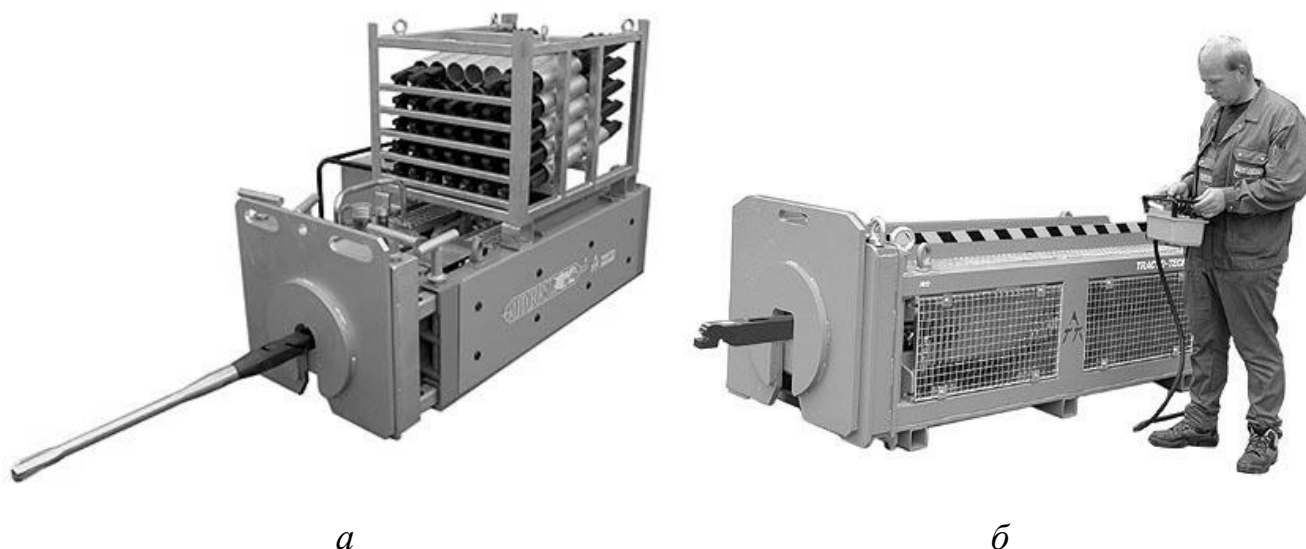


Рисунок 1.7 – Комплект оборудования для бестраншейного ремонта подземных трубопроводов статическим способом при помощи разрушающих головок:

а – «Grundoburst 800 G»; *б* – «Grundoburst 1250 G»

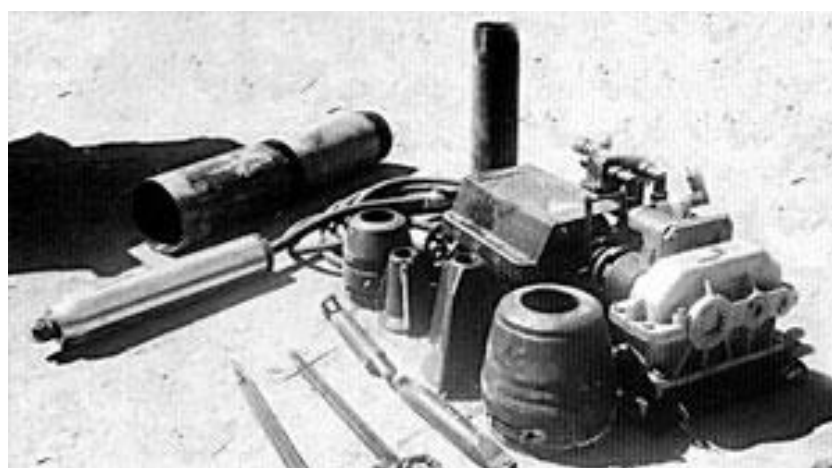
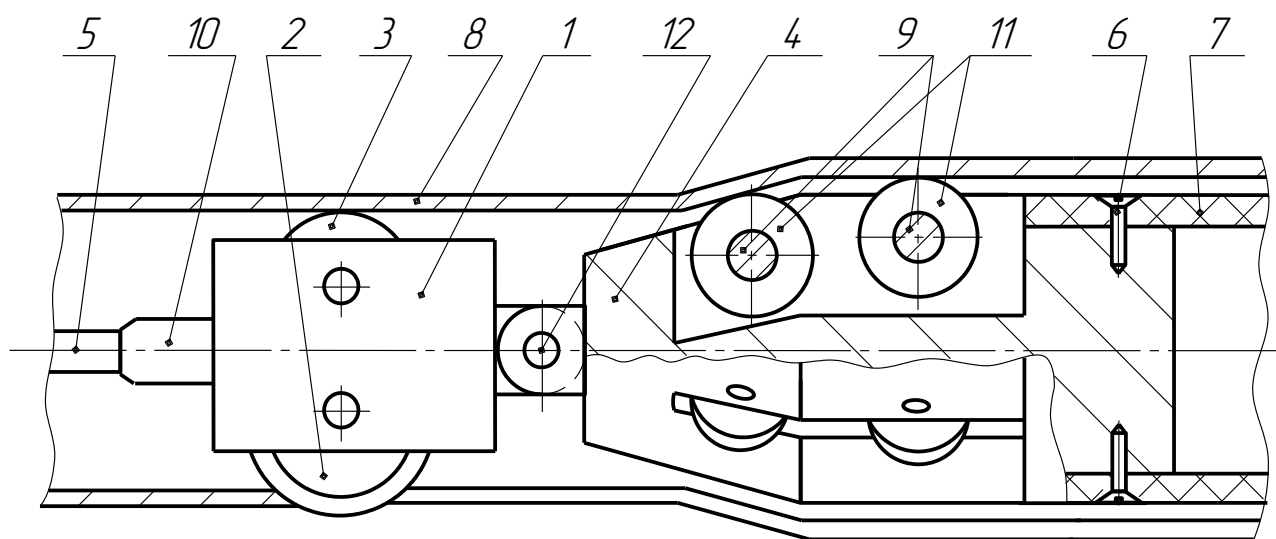


Рисунок 1.8 – Комплект оборудования для бестраншейного ремонта подземных трубопроводов ударным способом

1.3 Результаты изучения патентного поиска

Патент на полезную модель № 46330 РФ, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов [2] (рис. 1.9), содержащее трубообразующий рабочий орган с режущим элементом и опорным катком, расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент, отличающееся тем, что в расширителе выполнены три равномерно удаленных друг от друга радиальных паза, в которых установлено, по меньшей мере, по одному опорному катку, при этом один из пазов расположен напротив режущего элемента, а режущий элемент выполнен в виде свободно вращающегося дискового ножа.



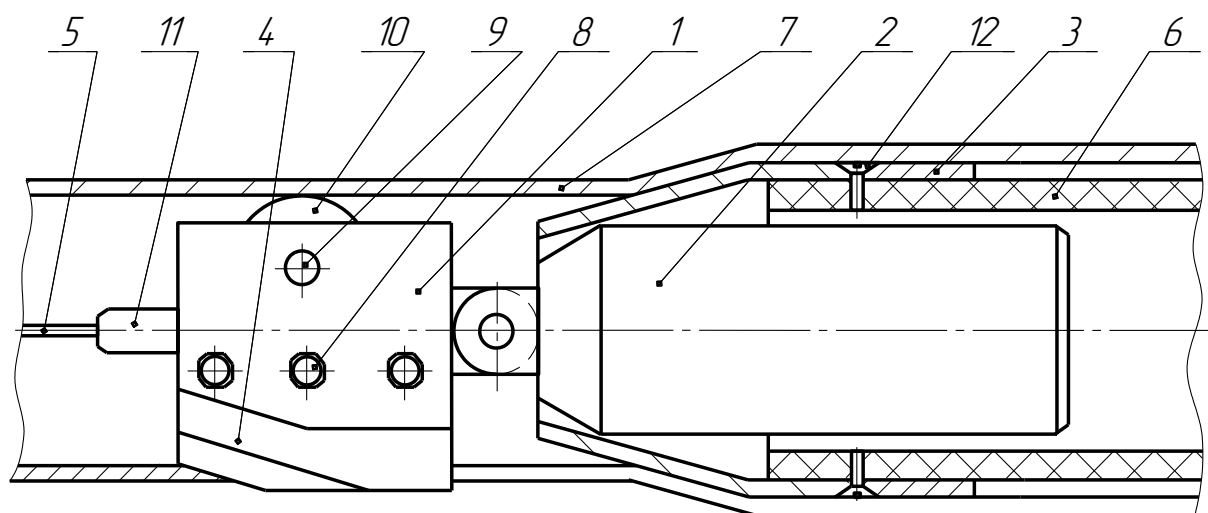
1 – трубообразующий рабочий орган; 2 – режущий элемент; 3, 11 – опорные катки;
4 – расширитель для увеличения диаметра скважины; 5 – тяговый элемент; 6 – винты;
7 – новый трубопровод; 8 – старый трубопровод; 9 – оси; 10 – крюк; 12 – шарнир.

Рисунок 1.9 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Выполнение режущего элемента в виде свободно вращающегося дискового ножа позволит дополнительно уменьшить усилия, необходимые для разрушения старого трубопровода за счет снижения сил трения, а также

увеличить ресурс режущего элемента, т. к. у вращающегося дискового ножа при его вращении в работу поочередно включается новый участок режущей кромки, в то время как у неподвижного клинового ножа в работе постоянно находится только один участок.

Патент на полезную модель РФ № 42617, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов [3] (рис. 1.10), содержит трубообразующий орган, ударный узел, расширитель для увеличения диаметра скважины, режущий элемент и тяговый трос. В трубообразующем органе выполнены радиальные пазы, в одном из которых установлен режущий элемент, а в другом, опорный дисковый каток, установленный напротив режущего элемента, при этом, режущий элемент выполнен съемным.

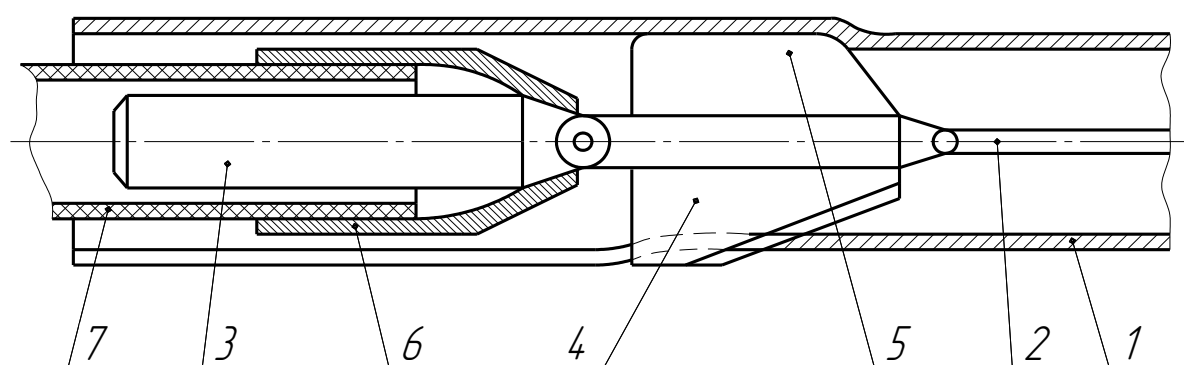


- 1 – трубообразующий орган; 2 – ударный узел; 3 – расширитель для увеличения диаметра скважины; 4 – режущий элемент; 5 – натяжной трос; 6 – новый трубопровод;
7 – старый трубопровод; 8 – болты; 9 – ось; 10 – опорный дисковый каток;
11 – крюк; 12 – винты.

Рисунок 1.10 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Патент на изобретение РФ № 2163321, кл. F16 L1/028. Способ бестраншейной замены трубопроводов и устройство для бестраншейной замены трубопроводов. Способ включает формирование скважины с затягиванием в нее нового трубопровода [4] (рис. 1.11). Формирование скважины производят путем продольного расчленения старого трубопровода с последующим его раскрытием. Расчленение старого трубопровода производят по его нижней части.

Устройство для бестраншейной замены трубопровода включает ударный узел, заостренное по периферии ребро, размещенное под углом к оси устройства и опорное ребро, установленное напротив заостренного ребра. Опорное ребро установлено под углом, близким к нулю, к оси устройства. Часть заостренного ребра выполнена утолщающейся к хвостовой части устройства.



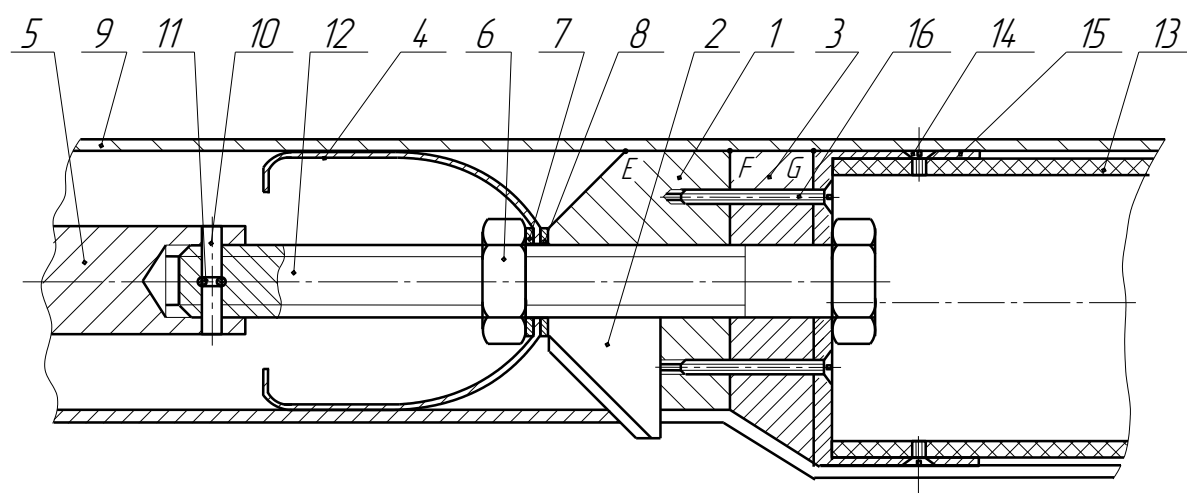
1 – старый трубопровод; 2 – тяговый трос; 3 – ударный узел; 4 – заостренное ребро;
5 – опорное ребро; 6 – калибрующий орган; 7 – новая труба.

Рисунок 1.11 – Способ бестраншейной замены трубопроводов и устройство для бестраншейной замены трубопроводов

Патент на изобретение РФ № 2249143, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов. Устройство содержит труборазрушающий орган с ножом, тяговый элемент и расширитель для увеличения диаметра скважины, вдавливания осколков разрушенной трубы в окружающий грунт и затягивания новой трубы [5] (рис.1.12). Перед труборазрушающим органом дополнительно установлено соединенное с ним

съемное направляющее приспособление, выполненное в виде упругих лепестков с вогнутыми вовнутрь концами.

В трубоборзрушающем органе выполнен радиально расположенный паз, в котором установлен нож с возможностью его замены. Расширитель выполнен съемным в виде усеченного конуса, меньшее из оснований которого, соприкасающееся с основанием трубоборзрушающего органа, расположено с ним соосно и равно ему по диаметру, а большее основание смещено в радиальном направлении в сторону ножа на величину эксцентриситета, равного полуразности диаметров оснований расширителя.



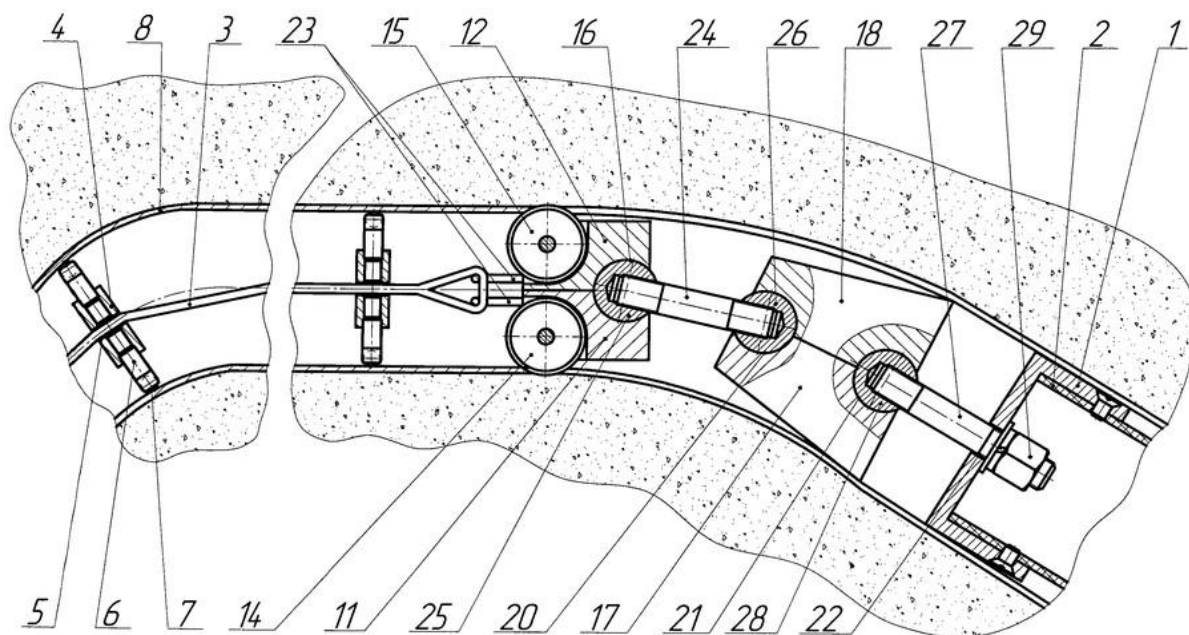
- 1 – трубоборзрушающий орган; 2 – нож, 3 – расширитель;
 4 – направляющее приспособление; 5 – тяговый элемент, 6 – гайка; 7, 8 – шайбы;
 9 – старый трубопровод; 10 – палец; 11 – стопорное кольцо; 12 – болт;
 13 – новый трубопровод; 14, 16 – винты; 15 – стакан.

Рисунок 1.12 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Патент на изобретение РФ № 2500946, кл. F16L1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопровода. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов [6] (рис.1.13), содержащее трубоборзрушающий рабочий орган с двумя дисковыми ножами, установленными друг против друга, расширитель для увеличения диаметра скважины, приспособление для крепления нового

пластмассового трубопровода и тяговый элемент, выполненный в виде троса с установленными на нем элементами, в которых расположены по три равноудаленных друг от друга шарика с возможностью вращения во всех направлениях, отличающееся тем, что каждый элемент, установленный на тросе, выполнен в виде съемной втулки с тремя равноудаленными радиально ориентированными цилиндрическими стержнями, в каждом из которых с возможностью фиксированного радиального перемещения установлена вилка с шариком, на всю длину съемной втулки между соседними цилиндрическими стержнями выполнен радиальный паз, посередине которого в резьбовое отверстие вставлен фиксирующий винт, причем на поверхности съемной втулки радиальный паз расположен равноудалено относительно соседних цилиндрических стержней, труборазрушающий рабочий орган выполнен в виде сборного двухсекционного каркаса, центр заднего торца которого имеет сферический паз, расширитель выполнен в виде сборного двухсекционного усеченного конуса, центры обоих торцов которого имеют сферические пазы, в центре приспособления для крепления нового пластмассового трубопровода выполнено осевое отверстие, задний торец труборазрушающего рабочего органа и передний торец расширителя соединены посредством шарнирного соединения, состоящего из шпильки, на оба конца которой посредством резьбы установлены шары, вставленные в сферические пазы в заднем и переднем торцах труборазрушающего рабочего органа и расширителя соответственно, задний торец расширителя и приспособление для крепления нового пластмассового трубопровода соединены с помощью шарнирного соединения, состоящего из дополнительной шпильки, на один конец которой посредством резьбы установлен шар, вставленный в сферический паз заднего торца расширителя, а другой конец дополнительной шпильки установлен в осевое отверстие приспособления для крепления нового трубопровода и зафиксирован гайкой.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



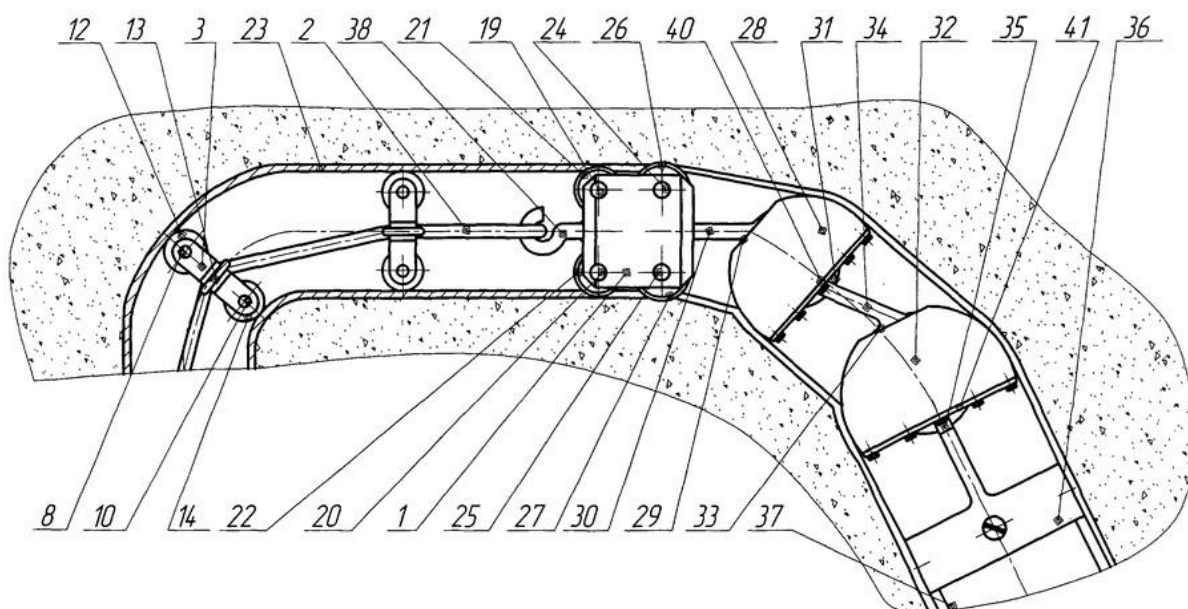
1 – приспособление для крепления нового пластмассового трубопровода; 2 – новый пластмассовый трубопровод; 3 – тяговый трос; 4 - съемная втулка; 5 - осевое отверстие с тремя равноудаленными радиально ориентированными цилиндрическими стержнями; 6 – вилка; 7 – шарики; 8 - старый трубопровод; 9 - радиальный паз; 10 - фиксирующий винт; 11,12 - полуцилиндрические секции; 13 – соединительные болты; 14, 15 - дисковые ножи; 16 - сферический паз; 17,18 – секции; 19 – соединительные болты; 20, 21 - осевые сферические пазы; 22 - осевое отверстие; 23 – соединительные петли; 24 – шпилька; 25, 26 – шары; 27 - дополнительная шпилька; 28 – шар.

Рисунок 1.13 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Патент на изобретение РФ № 2457386, кл. F16L1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопровода. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов [7] (рис.1.14), содержащее труборазрушающий рабочий орган с двумя дисковыми ножами, установленными друг против друга и выступающими за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, меньшую толщины его стенки, расширитель для увеличения диаметра скважины, дополнительный расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент, выполненный в виде троса с установленными на нем элементами, отличающееся тем, что каждый из элементов троса выполнен в виде крестовины, на концах которой выполнено по радиальному пазу, в которых на

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		20

осях установлено по катку, в центре крестовины на всю ее толщину выполнен фигурный паз для троса, в фигурном пазу в плоскости его поперечного сечения и под углом 30-60° к концам крестовины выполнено резьбовое отверстие.



1 – труборазрушающий рабочий орган; 2 – трос; 3 – съёмная крестовина;
4-7 - радиальный паз; 8-11 – оси; 12-15 – катки; 16 – фигурный паз для троса; 17 – резьбовое отверстие; 18 – фиксирующий винт; 19, 20 – оси; 21, 22 – дисковые ножи; 23 – старый трубопровод; 24, 25 – оси; 26, 27 – дополнительные дисковые ножи; 28 – расширитель для увеличения диаметра скважины; 29 - внутренняя полая полусфера; 30 – хвостовик; 31 – сопряженный шар; 32 - дополнительный расширитель; 33 – внутренняя полая полусфера; 34 – хвостовик; 35 – шар; 36 – стакан; 37 – новый трубопровод.

Рисунок 1.14 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

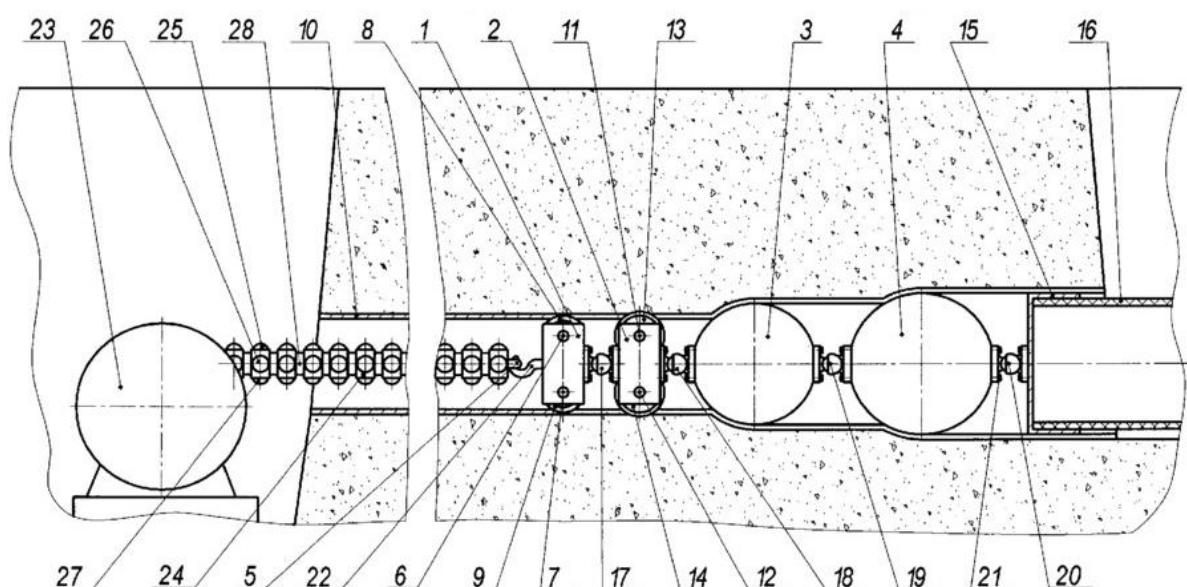
В резьбовом отверстии установлен фиксирующий винт, каждый из расширителей выполнен в виде наружной полой полусферы, в которой по оси симметрии выполнено отверстие, в наружной полусфере размещена сопряженная с ней внутренняя полая полусфера с хвостовиком, в которой установлен сопряженный с ней шар, при этом наружная полусфера, внутренняя полусфера и шар установлены с возможностью вращения относительно оси их симметрии и поворота в продольном и поперечном направлении относительно

друг друга, при этом посредством разъемного соединения внутренняя полусфера расширителя через хвостовик соединена с труборазрушающим рабочим органом, внутренняя полусфера дополнительного расширителя через хвостовик соединена с шаром расширителя, шар дополнительного расширителя соединен с приспособлением для крепления нового трубопровода, каждый из расширителей снабжен крышкой, выполненной в виде кольца, прикрепленной к задней стенке наружной полусферы, в труборазрушающем рабочем органе за дисковыми ножами установлены друг против друга и в одной с ними плоскости продольного сечения дополнительные дисковые ножи, выступающие за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, большую толщины его стенки.

Патент на изобретение РФ № 2374546, кл. F16L1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопровода. Устройство для бестраншейной замены трубопроводов [8] (рис.1.15), содержащее труборазрушающий рабочий орган с дисковым ножом, расширитель для увеличения диаметра скважины и тяговый элемент, отличающееся тем, что в труборазрушающем рабочем органе напротив дискового ножа установлен дополнительный дисковый нож, за труборазрушающим рабочим органом установлен и шарнирно соединен с ним дополнительный труборазрушающий рабочий орган с двумя дисковыми ножами, установленными друг против друга, все четыре дисковых ножа расположены в одной плоскости поперечного сечения, причем дисковые ножи труборазрушающего рабочего органа выступают за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, меньшую толщины его стенки, а дисковые ножи дополнительного труборазрушающего рабочего органа выступают за границу внутренней поверхности разрушаемого трубопровода на величину, большую толщины его стенки, за дополнительным труборазрушающим рабочим органом последовательно установлены и шарнирно соединены расширитель для увеличения диаметра скважины и дополнительный

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

расширитель для увеличения диаметра скважины, выполненные сферической формы.



1 – трубообразующий рабочий орган; 2 – дополнительный трубообразующий рабочий орган; 3 – расширитель; 4 – дополнительный расширитель; 5 – тяговый элемент; 6, 7 – оси; 8, 9 – дисковые ножи; 10 – старый трубопровод; 11, 12 – оси; 13-14 – дисковые ножи; 15 – приспособление для крепления нового пластмассового трубопровода; 16 – пластмассовый трубопровод; 17-20 – соединительные шарниры; 21 – винты; 22 – крюк; 23 – лебедка; 24 – элементы троса; 25-27 – шарики с возможностью вращения во всех направлениях; 28 – шайбы.

Рисунок 1.15 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

Причем диаметр расширителя для увеличения диаметра скважины равен 1,1-1,3 диаметра разрушаемого трубопровода, а диаметр дополнительного расширителя для увеличения диаметра скважины равен 1,3-1,5 диаметра разрушаемого трубопровода, тяговый элемент выполнен в виде троса с установленными на нем элементами, в которых расположены по три равноудаленных друг от друга шарика с возможностью вращения во всех направлениях, элементы отделены друг от друга шайбами, выполненными из эластичного материала.

Рисунок 1.16 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

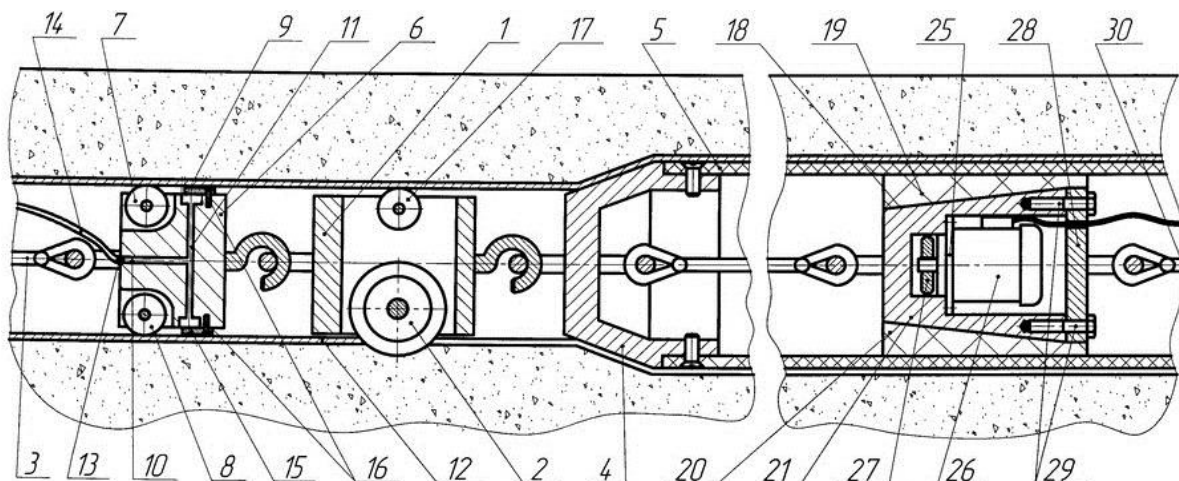
В котором параллельно его образующей на всю длину трубообразующего рабочего органа и симметрично относительно друг друга выполнены два фигурных паза, в каждом пазу через всю его длину установлен болт с размещенной на нем вилкой, на оси одной из вилок установлен дисковый нож, а на оси другой вилки установлен опорный каток, болты с обоих концов размещены во втулках, установленных в пазах, на концах болтов,

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

противоположных их концам с головками, на оси симметрии болта и перпендикулярно ей выполнено по сквозному отверстию, в каждом из которых установлен штифт.

Патент на изобретение РФ № 2473833, кл. F16L1/028. Устройство для бестраншейной замены трубопровода. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов [10] (рис.1.17), содержащее соединенные между собой трубообразующий рабочий орган с ножом, направляющее приспособление, тяговый элемент и расширитель для увеличения диаметра скважины, вдавливания осколков разрушенной трубы в окружающий грунт и затягивания нового трубопровода, отличающееся тем, что направляющее приспособление выполнено в виде цилиндрического корпуса, в котором напротив друг друга установлены, по меньшей мере, два равноудаленных друг от друга опорных катка, на внешней поверхности корпуса в плоскости его поперечного сечения и по всей окружности выполнена канавка, а в самом корпусе выполнены осевой и радиальный каналы, соединенные между собой, при этом осевой канал соединен с источником подачи смазочного материала, а радиальный канал соединен с канавкой, над которой на корпусе установлено кольцо с зазором для разбрызгивания смазочного материала, в трубообразующем рабочем органе напротив ножа установлен опорный каток, а нож выполнен дисковым, за расширителем установлено средство для вибрации нового трубопровода, выполненное в виде двух распоров, между которыми расположен конус, установленный с возможностью осевого перемещения относительно распоров, внутри конуса установлен вибратор, распоры выполнены в виде полых полуцилиндров из фрикционного материала, соединенных между собой стержнями, на которых установлены пружины сжатия, при этом один из распоров жестко соединен со стержнями, а другой распор установлен с возможностью радиального перемещения, средство для вибрации нового трубопровода соединено с расширителем и демонтажным тросом.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		



1 – трубообразующий рабочий орган; 2 – нож; 3 – тяговый элемент; 4 – расширитель;
 5 – новый трубопровод; 6 – цилиндрический корпус; 7, 8 – опорные катки; 9 – канавка;
 10, 11 – радиальные каналы для подведения смазочного материала;
 12 – старый трубопровод; 13 – патрубок; 14 – шланг источника подачи смазочного
 материала; 15 – кольцо; 16 – винт; 17 – опорный каток; 18 – средство для вибрации нового
 трубопровода; 19, 20 – распоры; 21 – конус; 22 – стержни; 23 – пружины сжатия; 24 – сквозные
 отверстия; 25 – вибратор; 26 – электродвигатель; 27 – дисбаланс; 28 – крышка; 29 – болт;
 30 – демонтажный трос.

Рисунок 1.17 – Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов

1.4 Выводы по главе, цель и задачи дипломного проектирования

Изучение анализа состояния вопроса по теме работы показало, что:

1. Система водоснабжения Российской Федерации составляет 523 тыс. км трубопроводов и постоянно растет. В качестве основного материала для них используют сталь. Большая часть этих трубопроводов эксплуатируется со значительным износом и требуют ремонта.

2. Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов сопряжены с большим объемом земляных работ, приводят к разрушению объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных дорог, низкопроизводительны, неэкономичны, и не в состоянии выполнить требуемое количество ремонтных работ в сжатые сроки.

3. Внедрение способов бестраншейного ремонта трубопроводов взамен траншейных практически полностью исключают указанные недостатки. Наиболее перспективными являются способы бестраншейного ремонта подземных трубопроводов с их предварительным разрушением.

4. Рабочие механизмы для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте различаются по конструкции. К ним относятся расширители с пневмопробойником, разрушающие головки с гидродомкратом и раскатчики.

5. Выявлены недостатки конструкции этих рабочих механизмов в части бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, а именно сложность прохождения поворотов по трассе трубопровода и перетирание троса о стенки трубопровода в месте его поворота.

С учетом выше перечисленного могут быть сформулированы цель и задачи дипломного проектирования.

Цель: разработать технологии и рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, обеспечивающего поддержку троса в месте поворота трубопровода.

Задачи:

1. Разработать рабочий механизм для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов.
2. Предложить технологию для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов.
3. Дать рекомендации по охране труда и защите окружающей среды.
4. Определить экономический эффект от внедрения результатов работы.

2 Описание предлагаемого технического решения

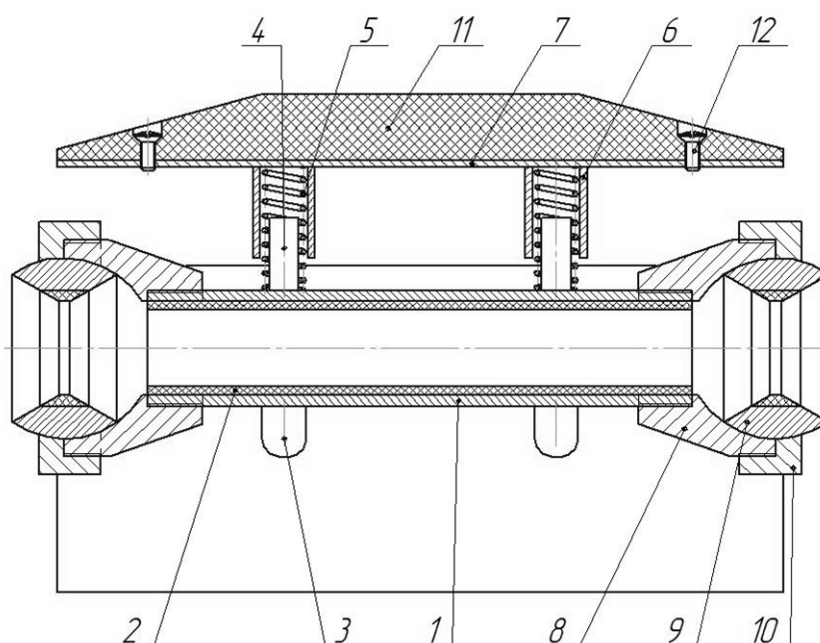
2.1 Конструкция предлагаемого поддерживающего механизма

Поддерживающий механизм для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов (рис. 2.1) состоит из корпуса 1 с запрессованным в нее антифрикционным материалом 2, к корпусу 1 приварены опоры 3 и 4 под углом 120° относительно друг друга. К опорам 3 приварены платформы 7 к которым винтами 12 прикручены фрикционные накладки 11.

К платформе 7 привариваются ограничители 6 и винтами 12 прикручивается фрикционная накладка 11.

Ограничитель 4 приварен к платформе 7 на которую винтами 12 прикручена фрикционная накладка 11.

Пружина 5 устанавливается между опорами 4 и ограничителями 6 и обеспечивает перемещение платформы 7 в месте изгиба трубопровода.



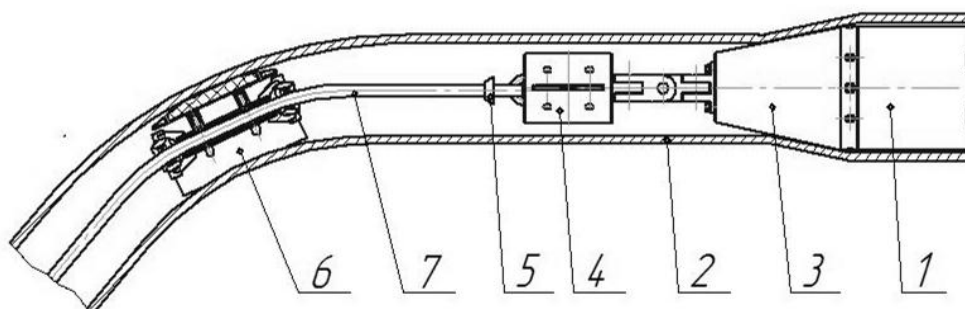
1 – корпус; 2 – антифрикционный материал; 3,4 – опоры; 5 – пружина сжатия;
6 – ограничитель; 7 – платформа; 8 – головка; 9 – поворотный элемент; 10 – гайка;
11 – фрикционные накладки; 12 – винт.

Рисунок 2.1 – Поддерживающий механизм для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов

2.2 Принцип действия предлагаемого поддерживающего механизма

Предлагаемое техническое решение работает следующим образом. Располагая в одном из прямков, поддерживающий механизм 6 заводят в старый трубопровод 2 с помощью самоходной роботизированной машины или тора в направлении обратном движению рабочего механизма. В месте изгиба трубопровода, в связи с изменением его сечения, происходит заклинивание поддерживающего механизма внутри трубопровода.

Рабочий механизм 4 заводят в старый трубопровод 2, предварительно соединив его с расширителем 3 и с новым пластмассовым трубопроводом 1 и пропущенным через заменяемую трубу 2 и поддерживающий механизм 6 тяговым элементом 7 с установленным на него съемником 5. Затем с помощью силовой установки (лебедки) рабочий механизм статически (безударно) затягивают в старый трубопровод 9.



1 – новый трубопровод; 2 – старый стальной трубопровод; 3 – расширитель для увеличения диаметра скважины; 4 – трубообразующий рабочий орган; 5 – съемник;
6 – поддерживающий механизм; 7 – тяговый элемент.

Рисунок 2.2 – Принцип действия предлагаемого поддерживающего механизма

Демонтаж поддерживающего механизма осуществляется путем стыковки съемника 5, установленного на тросе и поворотного элемента поддерживающего механизма, посредством усилий создаваемых силовой установкой поддерживающий механизм выходит из трубопровода в направлении обратном установке.

Конструкция предлагаемого рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, имеющая поддерживающий механизм за счет установленных поворотных головок и применения антифрикционного материала обеспечивает плавность движения при протяжке троса, поддержку троса в месте изгиба трубопровода, что позволяет существенно снизить нагрузку на лебедку, и исключить перетирание троса при протягивании его по криволинейным участкам трубопровода.

2.3 Технология бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих повороты.

В комплект оборудования для бестраншейного ремонта трубопровода входит:

- Тросовая установка производства ЗАО "СИ" серии Р30, технические характеристики установки указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики тросовой установки ЗАО "СИ" серии Р30.

Габариты установки	Масса	Тяговое усилие	Диаметр троса	Мах. Ø протягиваемой трубы	Гидравлическая станция
1100x550x990 мм.	82 кг.	30 т.	19 мм.	200 мм.	Бензиновый двигатель Honda (7 л.с.)

- Сварочный аппарат для стыковой сварки труб FLEX LINE FL250, технические характеристики сварочного аппарата указаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики сварочного аппарата FLEX LINE FL250

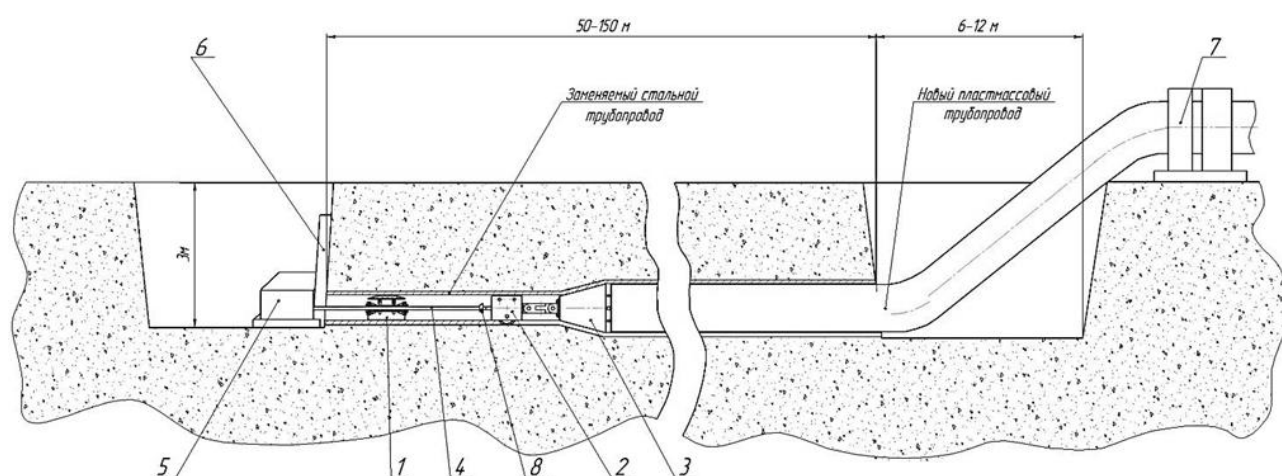
Диапазон свариваемых диаметров	Напряжение	Общая мощность	Вес	Нагреватель
75-250мм	220В	2,9 кВт	94 кг	220 В, 1,5 кВт

- Рабочий орган с расширителем, которые соединены между собой шарниром обеспечивающим возможность прохождения поворота трубопровода, технические характеристики рабочего органа указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики рабочего органа с расширителем

Максимальное тяговое усилие	Угол заострения режущего ножа	Мах. Ø ремонтируемой трубы	Мах. толщина стенки трубы	Скорость движения рабочего органа	Мах. Ø протягиваемой трубы
250 кН	50°±2°	160 мм	8 мм	5 м/мин.	200 мм.

Общий вид оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих повороты, изображен на рисунке 2.3.



1 – приспособление для прохождения поворотов трубопровода; 2 – рабочий орган; 3 – расширитель; 4 – тяговый трос; 5 – тросовая установка; 6 – упорный щит; 7 – сварочный аппарат; 8 – съемник.

Рисунок 2.3 - Общий вид оборудования для бестраншейного ремонта трубопроводов, имеющих повороты.

3 Определение параметров и расчет рабочего механизма

3.1 Подбор режимов сварки.

Толщина соединяемого металла равна 3 мм и 1,5 мм для такой толщины требуется сварочная проволока 0,8 мм.

Расчитаем силу тока для диаметра электрода $d_{эл}=0,8$ мм.

$$I_{св} = \frac{\pi * d_{эл}^2 * a}{4} \quad (3.1)$$

где $d_{эл}$ – диаметр электродной проволоки, мм;

a – плотность тока в электродной проволоке, А/мм² (при сварке в CO₂ $a = 110...130$ А/мм²).

Отсюда:

$$I_{св} = \frac{3.14 * 0,8^2}{4} * 120 = 60,3 \text{ А} \quad (3.1)$$

Напряжение дуги и расход углекислого газа выбираются в зависимости от силы сварочного тока по таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Зависимость напряжения и расхода углекислого газа от силы сварочного тока

Сила сварочного тока, А	50...60	90...100	150...160	220...240	280...300	360...380	430...450
Напряжение дуги, В	17...18	19...20	21...22	25...27	28...30	30...32	32...34
Расход CO ₂ , л/мин	8...10	8...10	9...10	15...16	15...16	18...20	18...20

Исходя из данных таблицы выбираем напряжение дуги – 18 В, расход CO₂ – 10 л/мин.

Скорость подачи электродной проволоки, м/ч, рассчитывается по формуле (3.2):

$$V_{\text{пр}} = \frac{4\alpha_p I_{\text{св}}}{\pi d_3^2 j} \quad (3.2)$$

где α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/Ач;

$I_{\text{св}}$ – сварочный ток, А;

d_3 – диаметр электродной проволоки, мм;

j – плотность металла проволоки (для стали $j = 7,8$ г/см³).

Значение α_p определяется по формуле (3.3):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{I_{\text{св}}}{d_3} \quad (3.3)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \frac{60,3}{0,8} = 9 \text{ г/Ач}$$

Тогда:

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 * 9 * 60,3}{3,14 * 0,8^2 * 7,8} = \frac{2170,8}{15,67} = 138,5 \text{ м/ч}$$

Скорость сварки (наплавки) рассчитывается по формуле

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_p (1 - \psi) I_{\text{св}}}{100 F_B \rho} \quad (3.4)$$

где ψ – коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. При сварке в CO_2 $\psi = 0,1 \dots 0,15$;

F_B – площадь поперечного сечения одного валика, см². При наплавке в CO_2 принимается равной $0,2 \dots 0,7$ см².

$$V_{\text{св}} = \frac{9 * (1 - 0,1) * 60,3}{100 * 0,2 * 7,8} = \frac{488,4}{156} = 3,13 \text{ м/ч}$$

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		33

Масса наплавленного металла при сварке, рассчитывается по формуле:

$$G_H = F_{\text{шв}} l \rho \quad (3.5)$$

где $F_{\text{шв}}$ – площадь поперечного сечения шва, см^2

l – длина шва, см.

$$G_H = 3,25 * 4,7 * 7,8 = 119,15 \text{ г.}$$

Время горения дуги, ч, определяется по формуле (3.6)

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{\text{св}} \alpha_H} \quad (3.6)$$

$$t_0 = \frac{119,15}{60,3 * 8,1} = 0,25 \text{ ч.}$$

Полное время сварки, ч, определяется по формуле (3.7)

$$T = \frac{t_0}{K_{\Pi}} \quad (3.7)$$

где K_{Π} – коэффициент использования сварочного поста, = 0,6...0,7.

$$T = \frac{0,25}{0,6} = 0,41$$

Расход электродной проволоки, г, рассчитывается по формуле (3.8).

$$G_{\text{пр}} = G_H (1 + \psi) \quad (3.8)$$

где G_H – вес наплавленного металла, г;

ψ – коэффициент потерь, $\psi = 0,1 \dots 0,15$.

$$G_{\text{пр}} = 119,15 (1 + 0,1) = 131,1 \text{ г.}$$

Для сварки выберем сварочный аппарат типа ПДУ-150УЗ 60 1 х 220 с характеристиками:

Таблица 3.2 – Технические характеристики сварочного аппарата ПДУ-150УЗ 60 1 х 220

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение питающей сети, В	1 х 220, 50 Гц
Предельная потребляемая мощность, кВА, не более	5,0
Номинальное напряжение на дуге, В	16...25
Номинальный сварочный ток, А, (ПН, %), не менее	155 (60)
Диапазон сварочного тока, А	40...150
Диаметр сварочной проволоки, мм	0,8; 1,0; (1,2)
Длина шланговой сварочной горелки, М	2,8
Номинальный коэффициент полезного действия силовой части, %	80
Габаритные размеры, мм, не более	400 х 300 х 450
Масса, кг, не более	40

3.2 Определение конструктивной производительности рабочего механизма

Конструктивную производительность рабочего механизма установки для бестраншейного ремонта трубопроводов найдем по формуле (3.9)

$$\Pi_k = \frac{3600 \cdot \eta_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot N_{\text{п}} \cdot \vartheta_{\text{х}}}{3600 \cdot \eta_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot N_{\text{п}} + \vartheta_{\text{х}} \cdot F_{\text{с.д}}}, \quad (3.9)$$

где Π_k – конструктивная производительность рабочего механизма установки для бестраншейного ремонта трубопроводов; м/ч;

$\eta_{\text{э}}, \eta_{\text{н}}, \eta_{\text{г}}$ – КПД электродвигателя, насоса и гидроцилиндра установки;

$N_{\text{п}}$ – потребляемая мощность установки, Вт;

$\vartheta_{\text{х}}$ – скорость холостого хода штока гидроцилиндра установки, м/ч.

При $\eta_э = 0,95$; $\eta_н = 0,8$; $\eta_г = 0,9$; $N_п = 43$ кВт; $\vartheta_x = 270$ м/ч; $F_{с.д} = 61,84 \cdot 10^3$ Н конструктивная производительность рабочего механизма установки для бестраншейного ремонта трубопроводов равна

$$\Pi_k = \frac{3600 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 43 \cdot 10^3 \cdot 270}{3600 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 43 \cdot 10^3 + 270 \cdot 61,84 \cdot 10^3} = 233,22 \text{ м/ч.}$$

Конструктивная производительность рабочего механизма установки для бестраншейного ремонта трубопроводов составляет $\Pi_k = 233,22$ м/ч.

3.3 Расчет соединения винтов на срез витков резьбы

Фрикционные накладки крепятся к платформам при помощи винтов. Рассчитаем это соединение на срез витков резьбы.

Усилия, вызывающие срез витков резьбы винта равны:

$$Q_{рб} = \pi \cdot d_1 \cdot k_б \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{вб} \quad (3.10)$$

$$Q_{рг} = \pi \cdot d_2 \cdot k_г \cdot H \cdot k_m \cdot \tau_{вг} \quad (3.11)$$

где $k_б, k_г$ – коэффициенты полноты резьбы винта;

d_1, d_2 – внутренний и наружный диаметры резьбы, м;

$\tau_{вб}, \tau_{вг}$ – пределы прочности материалов винта на срез, Па;

k_m – коэффициент, учитывающий характер изменения деформаций витков по высоте втулки при наличии в резьбе пластических деформаций;

H – длина резьбы, м.

$k_б = k_г = 0,87$ (для метрической резьбы); $k_m = 0,7$ (для крупного шага резьбы); $H = 7,8 \cdot 10^{-3}$ м; $d_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ м; $d_2 = 3,5 \cdot 10^{-3}$ м; $\tau_{вб} = 96 \cdot 10^6$ Па; $\tau_{вг} = 70 \cdot 10^6$ Па. Тогда:

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		36

$$Q_{p6} = 3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 70 \cdot 10^6 = 4,1 \text{ кН}$$

$$Q_{p6} = 3,14 \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 70 \cdot 10^6 = 0,94 \text{ кН}$$

При осевом выталкивающем усилии $Q_{p6} = 4,1 \text{ кН}$ произойдет срез витков резьбы болта, а при $Q_{p6} = 0,94 \text{ кН}$ – срез витков платформы.

3.4 Расчет продольных напряжений в новом трубопроводе

В новом пластмассовом трубопроводе, протаскиваемом по грунтовой спусковой дорожке, возникающие продольные напряжения должны быть рассчитаны по формуле:

$$\sigma_{np} = \frac{T}{F_t} \pm \frac{ED_H}{2p} \leq 0,9R_2^H, \quad (3.12)$$

где σ_{np} – суммарные продольные напряжения в трубопроводе, кН/м²;

T – максимальное тяговое усилие, прикладываемое к трубопроводу, лежащему на спусковой дорожке, кН;

F_t – площадь сечения трубы, м²;

E – модуль упругости стали, кН/м²;

D_H – наружный диаметр трубы, м;

p – радиус кривизны спускового пути, м;

R_2^H – нормативное сопротивление материала трубы, принимаемое равным минимальному значению предела текучести, кН/м².

Тяговое усилие $T = 200 \text{ Кн}$.

Модуль упругости полиэтилена $E = 0,0011 \cdot 10^8 \text{ кН/м}^2$.

Наружный диаметр трубы $D_H = 0,2 \text{ м}$.

Радиус кривизны спускового пути $p = 12 \text{ м}$.

Нормативное сопротивление полиэтилена $R_2^H = 900 \text{ кН/м}^2$.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		37

Площадь сечения трубы F вычисляется по формуле:

$$F_T = 2\pi \cdot R^2, \quad (3.13)$$

где R – наружный радиус, м.

Площадь трубы F_T с радиусом $R = 0,1$ м:

$$F_T = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,1^2 = 0,06 \text{ м}^2$$

Тогда суммарные продольные напряжения в трубопроводе будут равны:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{200}{0,06} \pm \frac{0,0011 \cdot 10^8 \cdot 0,2}{2 \cdot 18} \leq 0,9 \cdot 900.$$

$$672 \leq 810.$$

Условие прочности выполняется.

3.5 Расчет номинально толщины стенки нового трубопровода

Номинальная толщина стенки это условное обозначение размера, соответствующее минимальной допустимой толщине стенки трубы, округляемая в большую сторону до 0,1 мм. Рассчитывается по формуле:

$$e = \frac{d}{(2 \cdot S + 1)}, \quad (3.14)$$

где d – номинальный наружный диаметр трубы, мм;

S – серия трубы.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		38

Серия трубы это нормированное значение, определяемое по формуле:

$$S = \frac{\sigma}{MOP}, \quad (3.15)$$

где σ – допускаемое напряжение в стенке трубы, МПа;

MOP – максимальное рабочее давление, МПа.

Допускаемое напряжение рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{MRS}{C}, \quad (3.16)$$

где MRS – минимальная длительная прочность, МПа;

C – коэффициент запаса прочности, равный 1,25 для воды.

Максимальное рабочее давление рассчитывается по формуле:

$$MOP = \frac{2 \cdot MRS}{C \cdot (SDR - 1)} \cdot C_t, \quad (3.17)$$

где MRS – минимальная длительная прочность, МПа;

C – коэффициент запаса прочности;

SDR – стандартное размерное отношение;

C_t – коэффициент снижения давления в зависимости от температуры.

Для полиэтилена марки ПЭ 80 минимальная длительная прочность будет 4 МПа.

Стандартное размерное отношение для труб диаметром 150 мм будет 21.

Коэффициент запаса прочности для водопроводных труб берется 1,25.

Коэффициент снижения давления в зависимости от температуры для выбранного материала согласно ГОСТ будет равен 1.

Тогда максимальное рабочее давление будет:

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

$$\text{MOP} = \frac{2 \cdot 4}{1,25 \cdot (21 - 1)} \cdot 1 = 0,32 \text{ МПа.}$$

Допускаемое напряжение по формуле (3.16):

$$\sigma = \frac{4}{1,25} = 3,2 \text{ МПа.}$$

Серия трубы по формуле (3.15):

$$S = \frac{3,2}{0,32} = 10.$$

Номинальная толщина стенки по формуле (3.14):

$$e = \frac{200}{(2 \cdot 10 + 1)} = 9,52 \approx 10 \text{ мм.}$$

3.6 Расчет длины нового трубопровода и необходимого усилия

Сила необходимая для протягивания секции через существующий трубопровод, может быть рассчитана по формуле:

$$F_{\gamma} = q \cdot L (\mu \cdot \cos \varphi \pm \sin \varphi), \quad (3.18)$$

где q – погонный вес трубы, Н/м;

L – длина трубы, м;

μ – коэффициент трения;

φ – угол уклона существующего трубопровода, град.

Принимаем погонный вес трубы 939,5 Н/м, длину 100 м, коэффициент трения равный 0,8 и угол наклона старого трубопровода 8 град.

Тогда по формуле 3.18 получим:

$$F_{\gamma} = 939,5 \cdot 100 (0,8 \cdot 0,99 - 0,13) = 62,2 \text{ кН.}$$

Минимально необходимая сила для протягивания нового трубопровода будет равна 62,2 кН.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		41

4 Расчет экономической эффективности

Водопроводные системы Красноярского края построены более 30 лет назад, при нормативном сроке эксплуатации трубопровода в 10–15 лет сети имеют высокий уровень износа. В целом о состоянии коммуникаций говорят следующие цифры: в Красноярском крае протяженность подземных водопроводных сетей составляет 7,3 тыс. км, при этом износ коммуникаций (по состоянию на 2014 год) равен 53,4%. Ситуацию с состоянием коммуникаций усугубляет также то, что объемы переключений сетей в городах по планам капитального ремонта недостаточны ввиду недостаточного финансового состояния жилищно-коммунального хозяйства.

Учитывая существующие темпы работ (по данным Госстроя РФ, ежегодно в стране заменяется 5–10 % коммуникаций от годовой потребности), а также то, что работы по замене трубопроводов в России ведутся в основном традиционным открытым способом, на замену изношенных трубопроводов потребуется 40–50 лет и значительные капитальные вложения, не говоря уже о возможных технических трудностях, связанных с плотностью городской инфраструктуры и невозможностью перекрытия основных транспортных магистралей.

На сегодняшний день существуют технологии, предназначенные для бестраншейного ремонта трубопровода, они позволяют решить часть из выше перечисленных проблем. Большинство рабочих органов для разрушения старых трубопроводов при их бестраншейном ремонте имеют существенный недостаток, заключающийся в невозможности прохождения изгибов и поворотов в заменяемом трубопроводе, что приводит к увеличению земляных работ и значительному росту себестоимости ремонта. Проектируемая технология и механизм позволит произвести бестраншейный ремонт криволинейного трубопровода исключая земляные работы в местах поворотов и изгибов трубопровода. Положительный эффект предлагаемых технологий и оборудования ожидается за счет уменьшения объемов работ по разработке и засыпке траншей, взламыванию и восстановлению асфальтового дорожного покрытия, вырубке и

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		42

посадке зеленых насаждений, вывозу и завозу грунта (при работе в стесненных городских условиях).

При расчетах используем показатель эффективности в виде разности себестоимостей работ по бестраншейной технологии с не доработанным рабочим органом и бестраншейной технологии с усовершенствованным рабочим органом.

Исходные данные, принятые при расчете стоимости вариантов технологии ремонта трубопроводов, следующие. Трубопровод пролегает под дорогой с асфальтным покрытием, в стесненных городских условиях. Глубина залегания трубопровода 2,5 м; дальность транспортировки грузов (грунт, трубы и т. д.) 2 км. Протяженность ремонтируемого участка 1000 м.

4.1 Стоимость работ по бестраншейной технологии с недоработанным рабочим органом

Исходя из принятых данных, технология ремонта трубопровода бестраншейным методом с недоработанным рабочим органом будет содержать следующие операции: взламывание асфальтового покрытия; разработка приямков; вывоз грунта и взломанного асфальта; ремонт трубопровода; подвоз грунта для обратной засыпки; обратная засыпка и уплотнение грунта; восстановление асфальтового покрытия. Определим по операциям работы более подробно.

Взламывание асфальтового покрытия. Эту операцию выполняют с применением баровой машины ЭТЦ-1607 на базе МТЗ-82 (стоимость одного часа ее работы 1500,00 руб. На взламывание асфальтового покрытия для одного приямка площадью 15 м² требуется 0,5 часа работы техники) и гидромолота. Если принять ширину приямка как и ширину траншеи 3 м, а длину 5 м (определяется длиной оборудования – 1,5 м и длиной укладываемого трубопровода) то площадь взламываемого асфальтового покрытия для одного приямка составит 15 м². На всем протяжении ремонтируемого участка имеются изгибы и повороты трубы. Понадобятся дополнительные приямки. Для ремонтируемого участка потребуется

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

до 15, через каждые 100 м и в местах искривления трубопровода, соответственно общая площадь взламываемого асфальтового покрытия составит 225 м². (таблица 4.1).

Разработка приямков. Выполняется эта операция экскаватором одноковшовым ЭО–4225А–07 (копка котлованов с погрузкой грунта в самосвал, составит 750 руб. за 1 м³). Объем извлекаемого грунта для одного приямка составит 37,5 м³, для пятнадцати приямков 562,5 м³.

Вывоз грунта и взломанного асфальта. Можно выполнять эту операцию с применением самосвала КамАЗ–5511 (стоимость вывоза одного м³ грунта составит 300 руб.). Объем вывозимого грунта и взломанного асфальта ориентировочно составит 562,5 м³.

Ремонт трубопровода. Ремонт трубопровода проводится с применением предлагаемого оборудования, стоимость ремонта старого трубопровода с учетом стоимости новой пластмассовой трубы составит 3500 руб. за 1 пог. м. тогда 1000 м. будет стоить 3500000 руб.

Подвоз грунта для обратной засыпки. Как и вывоз грунта выполнять эту операцию можно с применением самосвала КамАЗ–5511. Объем подвозимого грунта составит 562,5 м³.

Обратная засыпка и уплотнение грунта. Выполняется эта операция с применением бульдозера на тракторе МТЗ-82.1 (стоимость засыпки 1 м³ грунта, составит 350 руб.). Объем засыпаемого грунта составит 562,5 м³. Уплотнение проводится послойно, вручную и с использованием дорожного катка массой 1,5 т, тротуарный, вибрационный с шириной полосы 700 мм (ДУ–47Б).

Восстановление асфальтового покрытия. Используется при этой операции асфальтоукладчик на пневмоходу с шириной укладываемой полосы 2,2–3,75 м, дорожный каток массой 8,5 т, вибрационный, двухвальцовый с шириной полосы 1400 мм (ДУ–47Б).

Все стоимости работы по операциям сведены в таблицу 4.1. Так же в нее включена стоимость расходных материалов и заработной платы рабочих.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Таблица 4.1 – Затраты и стоимости работ при ремонте 1000 м трубопровода бестраншейным методом с не доработанным рабочим органом

Наименование работ или затрат	Ед. изм.	Объем работ	Стоимость ед., руб	Стоимость, руб
1. Взламывание асфальтового покрытия	м ²	225	50,00	11 250,00
2. Разработка прямков	м ³	562,5	750,00	393 750,00
3. Вывоз грунта и взломанного асфальта	м ³	562,5	300,00	168 750,00
4. Ремонт трубопровода	м	1000	3 500,00	3 500 000,00
5. Подвоз грунта для обратной засыпки	м ³	562,5	300,00	168 750,00
6. Обратная засыпка и уплотнение грунта	м ³	562,5	350,00	196 875,00
7. Восстановление асфальтового покрытия	м ²	225	1 000	225 000,00
Итого				4 664 375,00

4.2 Стоимость работ по бестраншейной технологии с усовершенствованным рабочим органом

Исходя из принятых данных, технология ремонта трубопровода бестраншейным методом с усовершенствованным рабочим органом будет содержать следующие операции: взламывание асфальтового покрытия; разработка прямков; вывоз грунта и взломанного асфальта; ремонт трубопровода; подвоз грунта для обратной засыпки; обратная засыпка и уплотнение грунта; восстановление асфальтового покрытия. Определим по операциям работы более подробно.

Взламывание асфальтового покрытия. Эту операцию выполняют с применением баровой машины ЭТЦ-1607 на базе МТЗ-82 (стоимость одного часа ее работы 1500,00 руб. На взламывание асфальтового покрытия для одного прямка площадью 15 м² требуется 0,5 часа работы техники) и гидромолота. Если принять ширину прямка как и ширину траншеи 3 м, а длину 5 м (определяется длиной оборудования – 1,5 м и длиной укладываемого трубопровода) то площадь взламываемого асфальтового покрытия для одного прямка составит 15 м². На протяжении ремонтируемого участка имеются изгибы и повороты.

Благодаря новой технологии и усовершенствованному оборудованию дополнительные приямки в местах искривления трубопровода не понадобятся. Для ремонтируемого участка потребуется 11 приямков, через каждые 100 м, соответственно общий объем взламываемого асфальтового покрытия составит 165 м^2 (таблица 4.2).

Разработка приямков. Выполняется эта операция экскаватором одноковшовым ЭО–4225А–07 (копка котлованов с погрузкой грунта в самосвал, составит 750 руб. за 1 м^3). Объем извлекаемого грунта для одного приямка составит $37,5 \text{ м}^3$, для одиннадцати приямков $412,5 \text{ м}^3$.

Вывоз грунта и взломанного асфальта. Можно выполнять эту операцию с применением самосвала КамАЗ–5511 (стоимость вывоза одного м^3 грунта составит 300 руб.). Объем вывозимого грунта и взломанного асфальта ориентировочно составит $412,5 \text{ м}^3$.

Ремонт трубопровода. Ремонт трубопровода проводится с применением предлагаемого оборудования, стоимость ремонта старого трубопровода с учетом стоимости новой пластмассовой трубы составит 3500 руб. за 1 пог. м.

Подвоз грунта для обратной засыпки. Как и вывоз грунта выполнять эту операцию можно с применением самосвала КамАЗ–5511. Объем подвозимого грунта составит $412,5 \text{ м}^3$.

Обратная засыпка и уплотнение грунта. Выполняется эта операция с применением бульдозер на тракторе МТЗ-82.1 (стоимость засыпки 1 м^3 грунта, составит 350 руб). Объем засыпаемого грунта составит $412,5 \text{ м}^3$. Уплотнение проводится послойно, вручную и с использованием дорожного катка массой 1,5 т, тротуарный, вибрационный с шириной полосы 700 мм (ДУ–47Б).

Восстановление асфальтового покрытия. Используется при этой операции асфальтоукладчик на пневмоходу с шириной укладываемой полосы 2,2–3,75 м, дорожный каток массой 8,5 т, вибрационный, двухвальцовый с шириной полосы 1400 мм (ДУ–47Б).

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		46

Таблица 4.2 – Затраты и стоимости работ при ремонте 1000 м трубопровода бестраншейным методом с усовершенствованным рабочим органом

Наименование работ или затрат	Ед. изм.	Объем работ	Стоимость ед., руб	Стоимость, руб
1. Взламывание асфальтового покрытия	м ²	165	50,00	8 250,00
2. Разработка приямков	м ³	412,5	750,00	309 375,00
3. Вывоз грунта и взломанного асфальта	м ³	412,5	300,00	123 750,00
4. Ремонт трубопровода	м	1000	3 500,00	3 500 000,00
5. Подвоз грунта для обратной засыпки	м ³	412,5	300,00	123 750,00
6. Обратная засыпка и уплотнение грунта	м ³	412,5	350,00	144 375,00
7. Восстановление асфальтового покрытия	м ²	165	1 000	165 000,00
Итого				4 374 500,00

Все стоимости работы по операциям сведены в таблицу 4.2. Так же в нее включена стоимость расходных материалов и заработной платы рабочих.

4.3 Сравнительный анализ рассмотренных технологий

Для наглядного отображения разницы стоимости рассмотренных технологий построим гистограмму сравнения стоимости выполняемых работ при бестраншейном ремонте криволинейного трубопровода (рисунок 4.1).

Так как стоимость ремонта трубопровода в рассмотренных технологиях принимаем равной 3 500,00 руб. за погонный метр, то данные по этому виду работ в сравнении не учитываются.

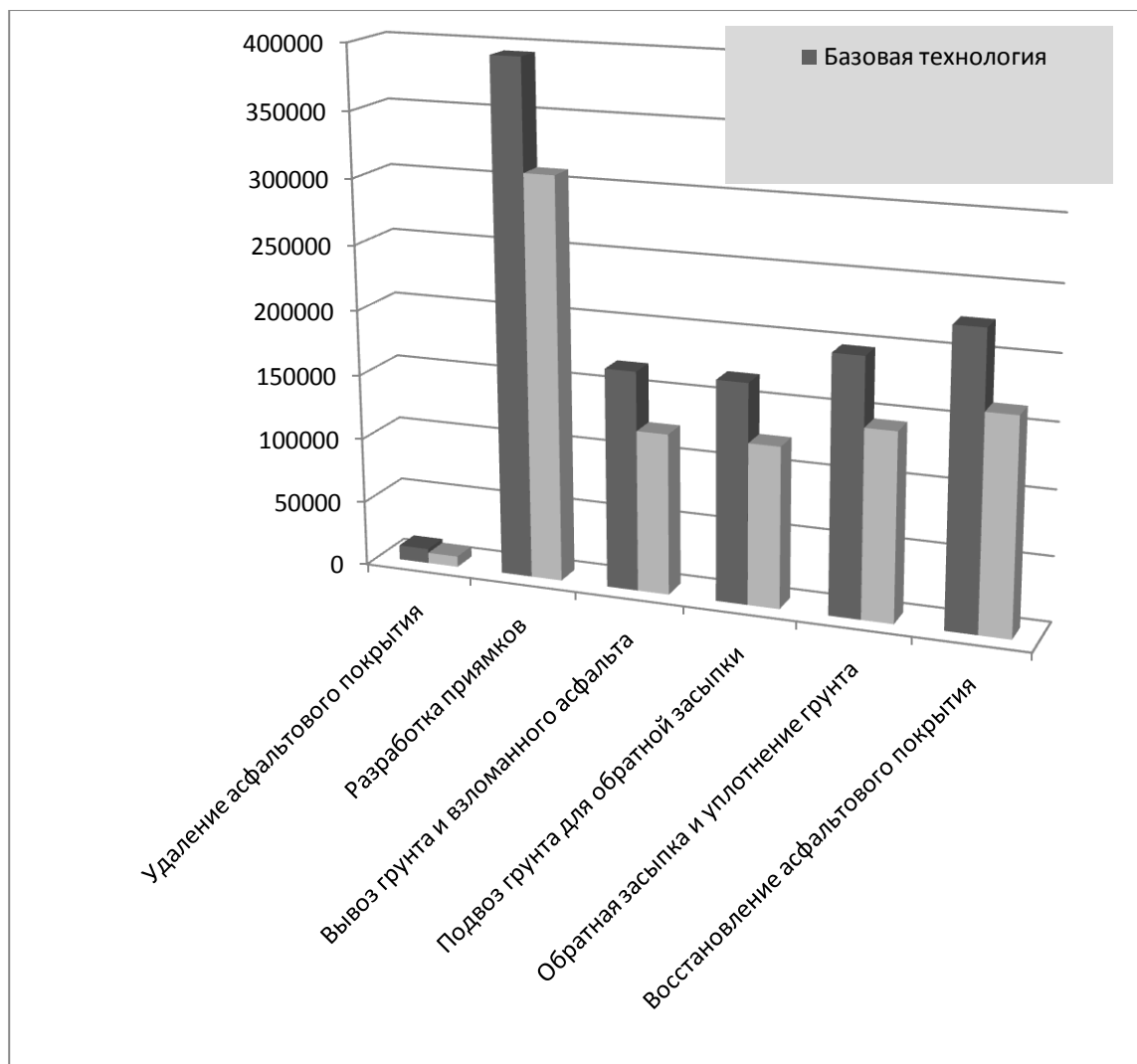


Рисунок 4.1 – Графическое отображение стоимостных показателей рассмотренных технологий.

4.4 Определение эффективности предлагаемой бестраншейной технологии с усовершенствованным рабочим органом

Экономический эффект от внедрения предлагаемого способа определяется в виде разности затрат на проведение работ:

$$\mathcal{E} = C_1 - C_2, \quad (4.1)$$

где \mathcal{E} – эффективности предлагаемой технологии, руб/км;

C_1 – себестоимость работ бестраншейного ремонта без механизма для прохождения криволинейных трубопроводов, руб/км;

C_2 – себестоимость работ бестраншейного ремонта с механизмом для прохождения криволинейных трубопроводов, руб/км.

$$\Xi = 4\,664\,375,00 - 4\,374\,500,00 = 289\,875,00 \text{ руб/км.}$$

Поскольку годовая потребность в ремонте трубопроводов города Красноярска довольно велика (примем 20 км), то годовой экономический эффект составит

$$\Xi_r = \Xi \cdot S, \quad (4.2)$$

где Ξ_r – годовой экономический эффект, руб;

S – годовая потребность в ремонте трубопроводов, км

$$\Xi_r = 289\,875,00 \cdot 20 = 5\,797\,500,00 \text{ руб.}$$

Таким образом годовой экономический эффект составит 5 797 500,00 руб.

Полученные данные внесем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Затраты и стоимости работ при ремонте 1000 м трубопровода бестраншейным методом при рассмотренных технологиях

Вид работ		Базовая технология			Предлагаемая технология		
Наименование работ или затрат	Ед. изм.	Объем работ	Стоимость ед., руб	Стоимость , руб	Объем работ	Стоимость ед., руб	Стоимость , руб
1. Взмывание асфальтового покрытия	м ²	225	50,00	11 250,00	165	50,00	8 250,00
2. Разработка приямков	м ³	562,5	750,00	393 750,00	412,5	750,00	309 375,00
3. Вывоз грунта и взломанного асфальта	м ³	562,5	300,00	168 750,00	412,5	300,00	123 750,00
4. Ремонт трубопровода	м	1000	3 500,00	3 500 000,00	1000	3 500,00	3 500 000,00
5. Подвоз грунта для обратной засыпки	м ³	562,5	300,00	168 750,00	412,5	300,00	123 750,00
6. Обратная засыпка и уплотнение грунта	м ³	562,5	350,00	196 875,00	412,5	350,00	144 375,00
7. Восстановление асфальтового покрытия	м ²	225	1 000	225 000,00	165	1 000	165 000,00
Итого	руб.	4 664 375,00			4 374 500,00		
Экономический эффект	руб.	289 875,00					
Годовой экономический эффект	руб.	5 797 500,00					

Вывод по главе 4

В главе был произведен расчет затрат для бестраншейного ремонта криволинейного трубопровода не имеющего возможности прохождения криволинейных участков и бестраншейного ремонта криволинейного трубопровода имеющим рабочий механизм для ремонта криволинейных участков. Полученные данные были сведены в таблицу (таблица 4.3). Так же был рассчитан экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

5 Безопасность и экологичность проекта

Введение

Целью данного раздела является обеспечение нормальных условий труда работников производственного участка для изготовления рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов. Раздел включает в себя разработку технологического процесса и оборудования, позволяющих уменьшить возможность производственного травматизма, профессиональных заболеваний, пожаров, взрывов, аварий и загрязнений окружающей среды производственными выбросами.

При проектировании участка для изготовления рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов предусматривается ряд мероприятий санитарно-гигиенического и технологического назначения, обеспечивающих нормальные, безопасные условия труда.

Преимущество бестраншейного ремонта трубопроводов в отличие от траншейного заключается в значительном уменьшении его вредного воздействия на окружающую среду.

5.1 Общая характеристика участка с точки зрения безопасности и безвредных условий труда

При проведении работ для изготовления рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов возможно возникновение опасных и вредных факторов: незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, повышенная загазованность помещений отработавшими газами, повышение уровня шума при проведении работ, опасность поражения электрическим током, возникновение пожара.

Требования безопасности при производственном изготовлении регламентированы ГОСТ 12.1.005–75; ГОСТ 12.4.051–78; ГОСТ 12.2.027–80;

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ГОСТ 12.1.004–91; санитарными нормами организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию; Правилами по охране окружающей среды.

5.2 Объемно-планировочные решения участка

Участок для изготовления механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов занимает площадь 40 м². Максимальная высота помещения от уровня чистого пола до нижней кромки строительных балок на опоре составляет 5,2 м.

На участке имеется следующее оборудование: токарный станок, фрезерный станок и сварочный аппарат. Также установлены шкафы для инструментов и столы для сборки механизма. Расстояние между оборудованием и строительными конструкциями соответствует нормам размещения технологического оборудования по ОНТП 14-93 «Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие сборочные цехи»

5.3 Производственная санитария

5.3.1 Микроклимат производственных помещений

В производственной обстановке человек должен иметь нормальный теплообмен с окружающей средой, т. е. количество тепла, которое вырабатывает организм в единицу времени, должно быть равно количеству тепла, отведенного от него в окружающую среду. Такой тепловой баланс осуществим только при правильном состоянии воздушной среды, характеризуемой относительной влажностью, скоростью движения, температурой воздуха и др.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		52

Отклонение параметров микроклимата от оптимальных снижает эффективность трудовой деятельности организма человека. Это проявляется в виде быстрой утомляемости, расслабления, перегрева, охлаждения, нарушения терморегуляции организма.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений регламентируют СанПиН 2.2.4.548–96, которыми установлены оптимальные и допустимые (не ухудшающие самочувствие человека) нормы в зависимости от периода года и категории работ по уровню энергозатрат.

Работы по техническому обслуживанию на постах относятся к категории работ Пб – работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч (233–290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

В таблице 5.1 приведены оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата.

Таблица 5.1 – Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Сезон года	Катего- рия работ	Температура, °С				Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха, м/с	
		воздуха		поверхностей					
		оптим.	доп.	оптим.	доп.	оптим.	доп.	оптим.	доп.
Холодный	Пб	17–19	15–22	16–20	14–23	60–40	15–75	0,2	0,2–0,4
Теплый	Пб	19–21	16–27	18–22	15–28	60–40	15–75	0,2	0,2–0,5

В холодный период времени для обеспечения оптимальных параметров микроклимата используется центральная система отопления, а в теплый период система вентиляции, а также их совместная работа.

Для категории работ Пб – величина интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС – индекса) для профилактики перегревания организма равна 19,5–23,9 С°.

5.3.2 Освещение

Информацию об окружающей среде человек получает в основном (до 90 %) через зрительный анализатор. Поэтому полнота и качество информации, поступающей через органы зрения, зависят во многом от освещения. Правильно спроектированное и выполненное освещение рабочих мест, комнат отдыха способствуют безопасности и общему психологическому состоянию работающих.

В рассматриваемом помещении используется совмещенное освещение (естественное и искусственное). Рассмотрим ниже более подробно каждое. В соответствии с требованиями СНиП 23–05–95, характер зрительных работ на участке малой точности – разряд V подразряд *a*.

Естественное освещение

На участке естественное освещение реализуется за счет оконных проемов, поэтому освещение – двустороннее боковое.

Рассчитаем коэффициент естественной освещенности (КЕО) на рабочем месте слесаря, который выполняет работы малой точности. Участок для изготовления рабочего механизма имеет следующие размеры: длину 8 м, ширину 5 м, высоту 5,2 м. Система подачи естественного света осуществляется через окна размером: длина 1,5 м, высота 1,0 м. Характеристика работ на участке относится к помещениям с незначительным выделением пыли, положение окон вертикальное, окна двойные, переплет окон деревянный. Участок имеет двустороннее освещение. Противоположное здание с одной стороны на расстоянии 10 м. Количество окон в помещении два.

Для V разряда зрительных работ при совместном освещении определяем нормируемое значение КЕО на рабочем месте, равное 0,6 %. Коэффициент светового климата m для III светового пояса равен 1,0, а коэффициент

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		54

солнечности $c = 0,75$. По формуле с учетом m и c определяем нормируемое значение коэффициента естественной освещенности e_n , %:

$$e_n = (KEO) \cdot m \cdot c = 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,75 = 0,45. \quad (5.1)$$

Искусственное освещение

Расчет искусственного освещения произведем по методу светового потока. Для характера зрительных работ малой точности и темного фона, норма освещенности при искусственном общем освещении равна 300 лк.

Индекс помещения зависит от высоты и формы помещения. В нашем случае, для прямоугольного помещения он рассчитывается по формуле:

$$i = S / H_c(A+B), \quad (5.2)$$

где S – площадь помещения, m^2 ;

H_c – расчетная высота подвеса светильников, м,

A и B – соответственно длинна и ширина помещения.

Высота подвеса светильников, м

$$H_c = H - h_c - h_p, \quad (5.3)$$

где H – высота помещения, м;

h_c – расстояние от потолка до нижней кромки светильника (свес), м;

h_p – высота рабочей поверхности от пола, м.

При $H = 5,2$ м; $h_c = 0,9$ м; $h_p = 0,8$ м

$$H_c = 5,2 - 0,9 - 0,8 = 3,5 \text{ м.}$$

$$i = 40 / 3,5(8+5) = 0,88.$$

Наибольшее расстояние между светильниками при их расположении по прямоугольной сетке определим по формуле:

$$L = H_c \cdot 1,5 = 3,5 \cdot 1,5 = 5,25, \text{ м}, \quad (5.4)$$

Определим минимально необходимое количество светильников по формуле:

$$N = S / L^2 = 40 / 5,25^2 = 1,45 \approx 2 \quad (5.5)$$

Подбираем светильник «Астра», открытый с лампами накаливания, определяем коэффициент использования светового потока $\eta = 0,47$.

Необходимый световой поток одной лампы определим по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\eta \cdot N} = \frac{300 \cdot 40 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{0,47 \cdot 2} = 19085, \text{ лм} \quad (5.6)$$

где E_n – нормируемая освещенность помещения, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

k – коэффициент запаса для ламп, учитывающий снижение освещенности вследствие загрязнения и старения источников света;

N – количество ламп, шт;

z – коэффициент неравномерности освещенности;

η – коэффициент использования светового потока.

Выбираем тип лампы накаливания НГ–1000, 18600 лм.

При установке в светильник по одной лампы, вычисляем количество светильников в помещении N_c , шт:

$$N_c = N / n = 2 / 1 = 2, \quad (5.7)$$

где n – количество ламп в светильнике равно 1 шт.

В помещении устанавливаем 2 светильника «Астра» с лампами накаливания НГ–1000.

Общая мощность всех светильников рассчитывается по формуле:

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}}, \quad (5.8)$$

$$W_{\text{общ}} = 1000 \cdot 2 = 2000 \text{ Вт.}$$

Таблица 5.2 – Освещение рабочего участка

Наименование помещения	Характер зрительной работы и ее разряд	Размер объекта различения, мм	Нормируемое значение КЕО, %	Нормируемая освещенность при искусств. освещении, лк	Тип светильника, марка, мощность, световой поток
Сборочный цех	V–a	1–5	0,6	300	«Астра», НГ–1000, 18600 лм

5.3.3 Хозяйственно-питьевое снабжение

Определим общий расход воды на питьевые нужды для холодного цеха из расчета человек по 25 литров в смену на человека, результаты сведем в таблицу

Таблица 5.3 – Общий расход воды в смену

Цех, участок, отделение	Количество работающих	Потребность в воде, л		
		для питья	для хоз. целей	всего
Сборочный цех	3	9	66	75
Итого:				75

5.3.4 Выделение вредных веществ

При сварке из зоны шва выделяются аэрозоли, отрицательно влияющие на здоровье человека. Для удаления вредных веществ в цехе предусмотрена вытяжная цеховая вентиляция. В дополнение к ней предполагается установка местного отсоса газов. Удельное выделение вредных веществ и характер их воздействия на организм человека смотри в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Токсичная характеристика вещества.

Наименование вещества	Агрегатное состояние	Характер воздействия на организм человека	ПДК мг/м ³	Выделение вещества мг/м ³	Класс опасности
Окиси марганца	А	Мутагенное	0,3	0,14-0,8	2
Оксиды хрома	А	Канцерогенное	1	0,02-1,0	2
Соединения кремния	А	Мутагенное	4	1,9	4
Оксись углерода	Г	Обще-токсическое	20	2-14	4
Фтористый водород	Г	Раздражающее	0,5	0,1-2,7	2
Оксид азота	Г	Раздражающее	5	0,8	2

5.3.5 Шум, инфразвук, ультразвук

Используемое оборудование приведено в таблице 5.5.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		58

Таблица 5.5 – Уровни звуковой мощности оборудования и допустимый уровень шума по октавным частотам

Оборудование	Уровень звуковой мощности, дБ, на частотах, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Токарно-винторезный станок 1К625Д	78	80	84	86	85	84	80	80
Горизонтально-фрезерный станок НГФ-110-Ш4	94	95	97	92	96	87	102	103
Сварочный аппарат ПДУ-150УЗ 60 1 х 220	81	82	83	86	85	84	80	84
Суммарный уровень шума	94,5	95,5	97,6	93,2	96,8	91	102	103
Допустимые уровни	99	92	86	83	80	78	76	74

Для снижения уровня шума будут использованы звукопоглощающие облицовки для потолка и стен.

5.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса

5.4.1 Опасность поражения электрическим током

Электропитание оборудования на участке производится от трехпроводной сети с изолированной нейтралью (сеть $I T$) напряжением 220/380 В переменного тока промышленной частоты 50 Гц.

Поражение электрическим током возможно по следующим причинам: случайного прикосновения человека (или приближения на опасное расстояние) к токоведущим частям, находящимся под напряжением; случайного прикосновения человека к металлическим нетокведущим частям электрооборудования, оказавшимся под напряжением.

Электробезопасность на участке обеспечиваем с помощью:

- расположения токоведущих частей на недоступной высоте;
- изоляция токоведущих частей и рабочего места;
- применение малых напряжений;

- выравнивание потенциала;
- защитное заземление;
- защитное отключение.

Также используем дополнительные электрозащитные средства:

- указатели напряжения;
- изолирующие клещи;
- предупреждающие плакаты;
- временные ограждения;
- электромонтерский инструмент с изолирующими ручками;
- защитные очки;
- противогазы.

Рассчитаем защитное заземление. Участок в соответствии с ПУЭ (7-е издание) по опасности поражения током относится к 2-му классу – с повышенной опасностью, так как есть возможность одновременного прикосновения человека к металлоконструкциям, имеющими соединение с землей и металлическими корпусами электрооборудования. Сопротивление заземляющего устройства должно быть менее или равно 4 Ом.

Грунт – суглинок. Заземляющие стержни располагаем по контуру помещения, имеющего в плане размеры 8×5 м.

Глубина заложения стержней от поверхности земли $H = 0,5$ м. Примем в качестве заземляющих электродов стержни длиной $l_c = 3$ м из стальных труб диаметром $d = 50$ мм. Соединение заземлителей производим на сварке стальной полосой шириной $b = 50$ мм. Удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для вертикальных стержней $\rho_{o.c.}$, Ом·м, находим по формуле:

$$\rho_{o.c.} = \psi_b \cdot \rho_o = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (5.8)$$

где ψ_b – коэффициент сезонности для вертикальных электродов; $\psi_b = 1,5$;

ρ_o – удельное электрическое сопротивление грунта; $\rho_o = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Находим расстояние от поверхности земли до середины стержня (t , м) по формуле:

$$t = H + 0,5 \cdot l_c = 0,5 + 0,5 \cdot 3 = 2 \text{ м.} \quad (5.9)$$

Находим сопротивление растеканию тока одиночного стержня R_c , Ом

$$\begin{aligned} R_c &= \frac{\rho_{\text{о.с.}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_c}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_c}{4 \cdot t - l_c} \right) = \\ &= \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{4 \cdot 2 - 3} \right) = 41,2 \text{ Ом.} \end{aligned} \quad (5.10)$$

Предварительное количество заземлителей, $n_{\text{пр}}$, шт

$$n_{\text{пр}} \cdot \eta_c = \frac{R_c}{R_3} = \frac{41,2}{4} \approx 10, \quad (5.11)$$

где η_c – коэффициент использования вертикальных стержней;

R_3 – сопротивление растекания тока заземляющего устройства, Ом; $R_3 = 4$ Ом.

Находим длину соединительной полосы по длине контура комплекса $l_{\text{п}}$, м

$$l_{\text{п}} = 2 \cdot (8 + 5) = 26 \text{ м.} \quad (5.12)$$

Расстояние между стержнями a , м

$$a = \frac{l_{\text{п}}}{n_{\text{пр}} \cdot \eta_c} = \frac{26}{10} = 2,6 \text{ м.} \quad (5.13)$$

Определяем отношение расстояния между заземлителями к их длине, $a/l_{\text{п}}$

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		61

$$a / l_{\pi} = 2,6/3 = 0,87. \quad (5.14)$$

Удельное сопротивление грунта для соединительной полосы $\rho_{с.п}$, Ом·м определяем по формуле

$$\rho_{с.п} = \psi_{\Gamma} \cdot \rho_o = 3 \cdot 100 = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}. \quad (5.15)$$

где ψ_{Γ} – коэффициент сезонности для горизонтальных электродов; $\psi_{\Gamma} = 3,0$;
 ρ_o – удельное электрическое сопротивление грунта; $\rho_o = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Находим сопротивление растеканию тока соединительной полосы R_{π} , Ом

$$R_{\pi} = \frac{\rho_{с.п}}{2\pi \cdot l_{\pi}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\pi}^2}{b \cdot H} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 26} \cdot \ln \frac{2 \cdot 26^2}{0,05 \cdot 0,5} = 5,552 \text{ Ом}. \quad (5.16)$$

По таблице принимаем коэффициент использования вертикальных стержней $\eta_c = 0,76$ и коэффициент использования горизонтальных полосовых заземлителей $\eta_{\pi} = 0,56$.

Находим результирующее сопротивление заземляющего устройства $R_{з.у}$, Ом

$$R_{з.у} = \frac{R_c \cdot R_{\pi}}{R_c \cdot \eta_{\pi} + R_{\pi} \cdot n_{\pi} \cdot \eta_c} = \frac{41,2 \cdot 5,552}{41,2 \cdot 0,56 + 5,552 \cdot 10 \cdot 0,76} = 3,6 \text{ Ом}. \quad (5.17)$$

$R_{з.у} < R_3 \Rightarrow 3,6 < 4 \text{ Ом}$ – условие электробезопасности выполняется.

Уточним количество стержней, шт

$$n = \frac{n_{\pi} \cdot \eta_c}{\eta_c} = \frac{10}{0,76} = 13 \quad (5.18)$$

Размещаем стержни по периметру производственной части с интервалом в 2,6 метра.

В ходе технологического процесса сварщик может получить поражение электрическим током при прикосновении к токоведущим частям электрической цепи. При сварке плавлением используют источники тока с напряжением холостого хода $U_{\text{ХХ}}=45-80$ В при постоянном токе, $U_{\text{ХХ}}=55-75$ В при переменном токе. Поэтому источники питания должны иметь автоматические устройства, отключающие их в течение не более 0,5 с при обрыве дуги.

Учитывая непостоянную величину электрического сопротивления человеческого тела (так, при сухой коже, например, сопротивление составляет 8000 – 20000 Ом, а при влажных руках, повреждениях кожи сопротивление снижается до 400–1000 Ом), безопасным считают напряжение не выше 12 В (переносное освещение). Если сварщик работает в тесном помещении, может иметь большую площадь контакта с металлической поверхностью, с целью уменьшения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдение следующих мероприятий:

1) Надежная изоляция всех проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, устройство геометрически закрытых включающих устройств, заземление корпусов сварочных аппаратов. Заземлению подлежат: корпуса источников питания, аппаратного ящика, вспомогательное электрическое оборудование. Сечение заземляющих проводов должно быть не менее 25 мм². Подключением, отключением и ремонтом сварочного оборудования занимается только дежурный электромонтер. Сварщикам запрещается производить подобные работы.

2) Применение в источниках питания автоматических выключателей высокого напряжения, которые в момент холостого хода разрывают сварочную цепь и подают на держатель напряжение 12 В.

3) Работа в исправной сухой спецодежде и рукавицах. При работе в тесных отсеках и замкнутых пространствах обязательно использование

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

резиновых галош и ковриков, источников освещения с напряжением не выше 6-12 В.

Наряду с соблюдением указанных выше требований, с целью предотвращения поражения электрическим током, запрещается притрагиваться к клеммам и зажимным болтам цепи высокого напряжения; снимать крышки клеммников электродвигателей подающего и ходового механизмов автоматов и полуавтоматов; открывать дверцы аппаратного ящика и трансформаторов и регулировать их и т. п.

5.4.2 Опасность термического ожога

Источником термического ожога в процессе сварки является горящий столб дуги. При сварке сортамента круглого профиля для деталей рабочего органа применяется дуга средней мощности. В процессе сварочных работ возникает опасность травмирования сварщика. Существует вероятность термического ожога от расплавленного металла, образующего в процессе сварки сортамента для деталей рабочего механизма. С целью защиты сварщика от ожогов используют специальный комплект огнестойкой одежды.

5.4.3 Обеспечение безопасности при работе с сосудами, работающими под давлением

К сосудам, работающим под давлением, относятся герметически закрытые емкости, такие как: баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов; цистерны и бочки для хранения и перевозки сжиженных газов; компрессоры и газосборники; паровые и водогрейные котлы.

Нарушение герметичности опасно для обслуживающего персонала и производства в целом. Оно может привести к взрыву, получению ожогов под воздействием высоких или низких температур (термические ожоги) и агрессивности среды (химические ожоги), травматизму, связанному с высоким

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

давлением газа в системе, отравлениям, связанным с применением инертных и токсичных газов.

Установленные баллоны должны быть защищены от действия солнечных лучей, открытого огня и теплоизлучающих поверхностей (от источников тепла с открытым огнем не ближе 5 м, от нагревательных приборов и защитных экранов не ближе 1 метра).

Помещения, где производятся работы с применением баллонов, заполненных взрывоопасными газами, должны непрерывно проветриваться. Работая с баллонами, закрывая и открывая вентили, работающие должны находиться сбоку от баллона. При работе с баллонами газ не должен использоваться до конца. В баллоне со сжатым газом должно оставаться остаточное давление - не менее 0,05 МПа (0,5 кгс/м²), которое позволяет определить, какой газ находился в баллоне, проверить герметичность баллона и его арматуры, гарантировать не проникновение в баллон другого газа или жидкости.

Сосуд должен быть немедленно остановлен в случаях, предусмотренных инструкцией по режиму работы и безопасному обслуживанию, в частности:

- если давление в сосуде поднялось выше разрешенного и не снижается, несмотря на меры, принятые персоналом;
- при выявлении неисправности устройств, предохраняющих от повышения давления;
- при обнаружении в сосуде и его элементах, работающих под давлением, неплотностей, выпучин, разрыва прокладок;
- при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам;
- при снижении уровня жидкости ниже допустимого в сосудах с огневым обогревом;
- при выходе из строя всех указателей уровня жидкости;
- при неисправности предохранительных блокировочных устройств;

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

– при возникновении пожара, непосредственно угрожающего сосуду, находящемуся под давлением.

5.4.4. Воздействие электромагнитных излучений

К источникам электромагнитных полей промышленной частоты относятся линии электропередач до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы.

Длительное воздействие таких полей приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца. Для хронического воздействия ЭМП частотой 50 Гц характерны нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений, могут появляться функциональные нарушения в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, в составе крови.

Поэтому необходимо ограничивать время пребывания человека в зоне действия электрического поля, создаваемого током промышленной частоты напряжением выше 400 кВ.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического и магнитного полей частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем, и регламентируется «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты» № 5802 – 91 и ГОСТ 12.1.002 – 84.

Предельно допустимые уровни ЭМП для рабочих мест установлены санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». ПДУ ЭМП – это уровень, при воздействии которого на организм человека не возникают различного рода заболевания (в том числе скрытые и временно

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

компенсированные) и негативные изменения в состоянии здоровья, обнаруживаемые в период облучения или в отдалённые периоды жизни настоящего и последующих поколений. Требования указанных СанПиН распространяются на работников, подвергающихся воздействию ослабленного геомагнитного поля, электростатического поля, постоянного магнитного поля, электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц), электромагнитных полей диапазона радиочастот (10 кГц - 300 ГГц). ПДУ являются основой для сертификации электро- и радиотехнических устройств. Они служат базой для разработки и реализации всех защитных и предупредительных мероприятий, юридической основой организации санитарного контроля. Допустимые нормы приведены в таблице 5.6

Таблица 5.6 – ПДУ ЭМП по непрерывном круглосуточном воздействии

Метрическое подразделение диапазона ЭМ волн	Частота, герц	Длина волны	ПДУ
Километровые волны (низкие частоты)	30-300 кГц	10-1 км	25 В/м
Гектометровые волны (средние частоты)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15 В/м
Дециметровые волны (высокие частоты)	3-30 МГц	100-10 м	10 В/м
Метровые волны (очень высокие частоты)	3-300 МГц	10-1 м	3 В/м
Дециметровые волны (ультравысокие частоты)	300-3000 МГц	1-0,1 м	10 мкВт/см ²
Сантиметровые волны (сверхвысокие частоты)	3-30 ГГц	10-1 см	10 кВт/см ²

Мероприятия по защите от электромагнитных излучений

По своему назначению защита может быть коллективной, предусматривающей мероприятия для групп персонала, и индивидуальной – для каждого работника в отдельности. Организационные меры защиты направлены на: выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия электромагнитных излучений (защита «расстоянием» и «временем»). Организационные меры коллективной и индивидуальной защиты основаны на одних и тех же принципах и в некоторых

случаях относятся к обеим группам. Защита «расстоянием» подразумевает определение санитарно-защитных зон, зон недопустимого пребывания на этапах проектирования.

Защита «временем» предусматривает нахождение в контакте с излучением только по служебной необходимости с четкой регламентацией по времени и пространству совершаемых действий; автоматизацию работ; уменьшение времени настроечных работ и т. д. В зависимости от воздействующих уровней (инструментальный и расчетный методы оценки) время контакта с ними определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

К организационным мерам защиты следует отнести и проведение ряда лечебно-профилактических мероприятий. Это, прежде всего, обязательное медицинское освидетельствование при приеме на работу, последующие периодические медицинские обследования, что позволяет выявить ранние нарушения в состоянии здоровья персонала, отстранить от работы при выраженных изменениях состояния здоровья. Также защитой от электромагнитных излучений (ЭМИ) необходимо отнести использование средств наглядного предупреждения о наличии того или иного излучения, наличие плакатов с перечнем основных мер предосторожности, проведение инструктажей, лекций по безопасности труда при работе с источниками ЭМИ и профилактике их неблагоприятного воздействия.

5.5 Предотвращение чрезвычайных ситуаций

5.5.1 Предупреждение аварий и взрывов технологического оборудования

В случае внезапного отключения электроэнергии предусмотрена автоматическая блокировка оборудования с последующим ручным запуском.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		68

5.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности производства

Причинами возникновения пожара на участке являются:

- а) замыкание электропроводки оборудования;
- б) накопление обтирочных материалов;
- в) несоблюдение правил пожарной безопасности.

Пожары нередко принимают характер стихийного бедствия и сопровождаются несчастными случаями разной степени тяжести. Пожарная безопасность на участке должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004–91 «Пожарная безопасность. Общие требования», а также строительным нормам и правилам.

Участок по взрывопожарной опасности относится к категории «В–1», т. к. в помещении имеются горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы, способные при взаимодействии с кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Участок относится к 4 группе помещений, защищаемых от пожаров. Для предотвращения пожара на участке (группа 4) устанавливаем: автоматическую систему обнаружения пожара – извещатель. Подбираем к своему помещению фотоэлектрический датчик (ИДФ–М) – это дымовой извещатель, который срабатывает при появлении дыма в месте их установки. При высоте установки датчиков 5 метров площадь, контролируемая одним датчиком, равна 70 м². Следовательно, для 40 м² нужен 1 извещатель, автоматическая система пожаротушения, дымоудаления и оповещения о пожаре.

Предупреждение пожаров на производстве

В проектом варианте в целях устранения пожарной опасности вся проводка осветительной и силовой линии выполняются в трубах с герметичной арматурой. Систему оповещения людей о пожаре выбираем 1-го типа.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

Необходимое время эвакуации людей из помещения категории «В–1» объемом до 15 тыс. м³ равно 1,25 минуты.

Огнетушители применяются из расчета один на 50 м² площади помещения.

Количество огнетушителей определим по формуле:

$$N_{\text{огн}} = S_{\text{пом}} / 50 = 40/50 = 0,8. \quad (5.19)$$

Округляем в большую сторону и принимаем количество огнетушителей равное 1. Примем 1 порошковый огнетушитель ОП–3.

Огнетушитель необходимо хранить на видном месте в специальной тумбе, покрытой составами, предохраняющими от коррозии металла. Внешний осмотр и очистку от загрязнений производить не реже 1 раза в 10 дней. После использования огнетушителя, необходимо сразу его заправлять.

Для зданий II степени огнестойкости категории «В–1» наружное противопожарное водоснабжение составляет 20 л/с в течение 3-х часов, при объеме здания до 20 тыс. м³ и при ширине до 60 м.

Территория участков может оснащаться пожарными щитами из расчета один щит на 200 м² площади для помещений категории «В». В наличии участок должен иметь щит ЩП–В, т. к. класс пожара «В», с оборудованием пожаротушения:

- | | |
|--|---------|
| - огнетушители порошковые (ОП) 10 литров | - 1 шт, |
| - ведро | - 1 шт, |
| - лом | - 1 шт, |
| - лопата штыковая | - 1 шт, |
| - лопата совковая | - 1 шт, |
| - ящик с песком | - 1 шт, |
| - кошма | - 1 шт. |

5.6 Экологичность проекта

Проблема окружающей среды и рационального использования природных ресурсов является одной из наиболее важных задач на сегодняшний день. Для снижения вредного влияния производства на окружающую среду при проектировании участка предусматриваются предохранительные мероприятия: вокруг предприятия организуется санитарно – защитная зона, которую озеленяют и благоустраивают, производства с вредными выделениями оборудуются вентиляциями и очистными сооружениями. Так же существует широкая программа по разработке и освоению высокопроизводительного и не вредного оборудования. Ведется в больших размерах посадка лесонасаждений. Не допускается ввод в эксплуатацию промышленных объектов до окончания строительства очистных сооружений.

5.6.1 Источники загрязнения воздуха, воды, почвы и технологические отходы в проектируемой технологии

На производственном участке источниками загрязнения воздуха и воды являются:

- а) технологическая пыль;
- б) аэрозоли, извести.

Технологическими отходами являются:

- а) абразивные материалы;
- б) вредные вещества, выделяющиеся в процессе сварки;
- в) обтирочные материалы (ткань, ветошь);
- г) бракованные детали изделия.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		71

5.6.2 Инженерные решения по очистке воздуха, очистке и повторному использованию воды, утилизации отходов

Хозяйственно-бытовые стоки направляются в городскую канализацию и там проходят утилизацию на специальных предприятиях.

Для очистки ливнестоков необходимо предусмотреть очистные сооружения, состоящие из грязеотстойников, фильтров и бензомаслоуловителей, а также механизированного устройства для удаления нефтепродуктов и осадка.

На территории следует предусмотреть площадки и мусорные баки для складирования и дальнейшей утилизации производственных отходов.

Санитарно-защитная зона предприятия относится к 4-му классу с санитарно-защитной зоной 300 м в соответствии с санитарными правилами и нормами – СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031–01.

Вывод по главе 5

1. В данном разделе дана характеристика микроклимата производственного участка, даны рекомендации для освещения участка, рассчитана расход воды для одной смены рабочих.

2. Выявлены факторы, негативно влияющие на здоровье рабочих, и даны рекомендации по защите здоровья персонала.

3. Так же даны рекомендации по защите окружающей среды от различных загрязнений производственными выбросами.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы:

1. Система водоснабжения Российской Федерации составляет 523 тыс. км трубопроводов и постоянно растет. В качестве основного материала для них используют сталь. Большая часть этих трубопроводов эксплуатируется со значительным износом и требуют ремонта.

2. Традиционные траншейные способы ремонта трубопроводов сопряжены с большим объемом земляных работ, приводят к разрушению объектов по трассе ремонтируемого трубопровода, перекрытию автомобильных дорог, низкопроизводительны, неэкономичны, и не в состоянии выполнить требуемое количество ремонтных работ в сжатые сроки.

3. Внедрение способов бестраншейного ремонта трубопроводов взамен траншейных практически полностью исключают указанные недостатки. Наиболее перспективными являются способы бестраншейного ремонта подземных трубопроводов с их предварительным разрушением.

4. Рабочие механизмы для разрушения трубопроводов при их бестраншейном ремонте различаются по конструкции. К ним относятся расширители с пневмопробойником, разрушающие головки с гидродомкратом и раскатчики.

5. Выявлены недостатки конструкции этих рабочих механизмов в части бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, а именно сложность прохождения поворотов по трассе трубопровода и перетирание троса о стенки трубопровода в месте его поворота.

По итогам выполнения работы были получены следующие результаты:

1. . Разработана конструкция рабочего механизма для бестраншейного ремонта криволинейных трубопроводов, имеющего поддержку троса в месте изгиба трубопровода, что исключает его трение о внутренние стенки трубы.

2. Предложена технология, обеспечивающая бестраншейный ремонт криволинейных трубопроводов.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

3. Даны рекомендации по охране труда и защите окружающей среды при выполнении данного вида работ.

4. Экономический эффект составил 5 797 500,00 рублей.

Преимуществом предлагаемого рабочего механизма является то, что при применении данной технологии исключается перетирание троса о внутренние стенки старого трубопровода, значительно сокращается количество земляных работ в части разработки приямков и восстановления целостности газонов, насаждений, дорожного полотна и др.

В результатах работы заинтересовалось ООО «Коммунальные технологии и строительство», г. Красноярск – служба генерального подрядчика ООО «Краском» (бывший Красноярский МУПП «Водоканал») где и предусмотрено их внедрение.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		74

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Емелин, В. И. Бестраншейный ремонт трубопроводов статическим способом с увеличением их диаметра: монография / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов; ред. В. И. Емелин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т; Политехн. ин-т, 2007. – 240 с.

2. Пат. № 46330 РФ на полезную модель, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / А. А. Шайхадинов, В. И. Емелин, М. В. Михайлов. №2005105264/22; Заявлено 24.02.2005; Оpubл. 27.06.2005, Бюл. №18.

3. Пат. № 42617 РФ на полезную модель, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / А. А. Шайхадинов, В. И. Емелин. № 2004125411/22; Заявлено 23.08.2004; Оpubл. 10.12.2004, Бюл. №34.

4. Пат. № 2163321 РФ на изобретение, кл. F16 L1/028. Способ бестраншейной замены трубопроводов и устройство для бестраншейной замены трубопроводов / В. А. Григоращенко, В. Д. Плавских, С. К. Тупицин. №99119761/06; Заявлено 15.09.1999; Оpubл. 20.02.2001.

5. Пат. № 2249143 РФ на изобретение, кл. F16 L1/028. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / В. И. Емелин, Р. М. Авдеев, А. А. Шайхадинов. №2003126946/06; Заявлено 03.09.2003; Оpubл. 27.03.2005, Бюл. №9.

6. Пат. № 2500946 РФ на изобретение, кл. F16L1/028, E02F5/18 . Устройство для бестраншейной замены / А. А. Шайхадинов, А. Р. Михайлович. Заявка: 2012136093/06; Заявлено 23.08.2012; Оpubл. 10.12.2013. Бюл №34.

7. Пат. № 2457386 РФ на изобретение, кл. F16 L1/028, 55/18. Способ бестраншейной замены подземного трубопровода и устройство для его осуществления /Шайхадинов А.А., Жиганов М.С., Колпаков П.А.. № 2010150122/06; Заявлено 06.12.2010; Оpubл. 27.07.2012.

8. Пат. № 2374546 РФ на изобретение, кл. F16L1/028. Устройство для бестраншейной замены / А. А. Шайхадинов, Д. А. Виникевич. Заявка: 2008133268/06; Заявлено 12.08.2008; Оpubл. 27.11.2009.

9. Пат. №2359164 РФ на изобретение, кл. F16L 1/028, F16L 55/18. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / А. А. Шайхадинов, М. С. Жиганов, Р. М. Авдеев. Заявка 2010150122/06; Заявлено 06.12.2010; Оpubл. 27.07.2012.

10. Пат. №2473833 РФ на изобретение, кл. F16L 1/028, F16L 55/18. Устройство для бестраншейной замены подземных трубопроводов / А. А. Шайхадинов, М. С. Жиганов, Р. М. Авдеев. Заявка №2011144796/06; Заявлено 03.11.2011; Оpubл. 27.01.2013, Бюл. №3.

11. Емелин, В. И. Бестраншейная замена отработавших трубопроводов с их предварительным разрушением статическим способом: Рекомендации по проектированию и производству работ / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005. – 66 с.

12. Емелин, В. И. Проектирование рабочих органов установок для бестраншейного ремонта стальных трубопроводов: метод. указания по курсовому и дипломному проектированию / сост. В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 16 с.

13. Шайхадинов, А. А. Классификация и выбор способов бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов, А. Е. Митяев // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 41. Машиностроение. – Красноярск, 2006. – С. 206–212.

14. Емелин, В. И. Силы сопротивления при бестраншейной реконструкции трубопроводов с возможностью увеличения их диаметра / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 32. Машиностроение. – Красноярск, 2003. – С. 53–68.

15. Емелин, В. И. Результаты исследования механизма разрезания старых стальных трубопроводов при их бестраншейном ремонте / В. И. Емелин,

А. А. Шайхадинов // Вестн. Краснояр. гос. техн. ун-та. Вып. 40. Машиностроение. – Красноярск, 2005. – С. 62–71.

16. Шайхадинов, А. А. Совершенствование конструкции рабочих органов установок для бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. №6. – С. 46–50.

17. Шайхадинов, А. А. Рабочее оборудование для бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов, Р. М. Авдеев, А. В. Кузнецов // Строительные и дорожные машины. 2012. №10. – С. 17–21.

18. Шайхадинов, А. А. Вычислительное моделирование процесса бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов, Д. В. Вавилов, Л. М. Свитнева, Д. Н. Круско // Строительные и дорожные машины. 2013. №4. – С. 19–23.

19. Шайхадинов, А. А. Универсальные рабочие механизмы гидроприводных установок для бестраншейного ремонта трубопроводов / А. А. Шайхадинов, М. В. Брунгардт, И. В. Карпов, А. В. Ушаков // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. №12. – С. 63–69.

20. Матюшенко, А. И. Повышение надежности работы трубопроводов после их восстановления / А. И. Матюшенко, А. А. Шайхадинов, Д. Б. Тугужаков, Т. А. Кулагина // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2013. Т. 6. №1. – С. 36–43.

21. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов. / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наукова думка, 1988. – 737 с.

22. Биргер, И. А. Резьбовые и фланцевые соединения / И. А. Биргер, Г. Б. Иосилевич. – М.: Машиностроение, 1990. – 368 с.

23. Решетов, Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 655 с.

24. Беклешов, В. К. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: учеб. пособие / В. К. Беклешов, Л. А. Астреина. – Москва: Высшая школа, 1996. – 175 с.

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

25. Мицукова, В. Н. Экономическое обоснование дипломных проектов: метод. указ. по экономическому обоснованию дипломных проектов / В. Н. Мицукова – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 13 с.

26. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: Учеб. пособие / Под ред. О. Н. Русак, В. Я. Кондрасенко. Красноярск: КГТУ, 2001. – 431 с.

27. ГОСТ 12.0.003–74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

28. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.

29. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

30. СНиП 23-05–03. Естественное и искусственное освещение.

31. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.

32. ГОСТ 12.4.155–85 ССБТ. Устройства защитного отключения. Классификация. Общие технические требования.

33. ГОСТ 12.4.026–2001 ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний.

34. ГОСТ 12.1.030–81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

35. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

36. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" М.: 2009 – 144 с.

37. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, 2012 – 63 с

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		78

ПРИЛОЖЕНИЕ

Спецификации

					ДП – 150205.65 – 060081 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		